

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа: Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»
Отделение школы (НОЦ): Отделение химической инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование влияния магнитного поля на процесс разделения стойких водонефтяных эмульсий

УДК 665.63.063:537.612

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д7В	Чайкина Яна Игоревна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Бешагина Е.В.	к.х.н.		

Со-руководитель (по разделу «Концепция стартап-проекта»)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Сабирова Д.Т.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Юрьев Е.М.	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения по ООП

18.03.01 Химическая технология

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ПК-1, 2, 3, 19, 20), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), CDIO (пп. 1.1, 4.1, 4.3, 4.8)
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач.	Требования ФГОС (ПК-7, 11, 17, 18, ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), CDIO (пп. 1.1, 3.2, 4.2, 4.3, 4.5, 4.6)
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии.	Требования ФГОС (ПК-1, 5, 8, 9, ОК-2,3), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), CDIO (пп. 1.2, 2.1, 4.5)
P4	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды.	Требования ФГОС (ПК-11, 26, 27, 28), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), CDIO (пп. 1.3, 4.4, 4.7)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий.	Требования ФГОС (ПК-4, 21, 22, 23, 24, 25, ОК-4,6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), CDIO (п. 2.2)
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, выводить на рынок новые материалы , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ПК-6, 10, 12, 13, 14, 15, ОК-6, 13, 15), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), CDIO (пп. 4.1, 4.7, 4.8, 3.1, 4.6)
Общекультурные компетенции		
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-5, 9, 10, 11), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), CDIO (п. 2.5)

P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, 2, 7, 8, 12), Критерий 5 АИОР (п. 2.6), CDIO (п. 2.4)
P9	<i>Активно</i> владеть <i>иностранным языком</i> на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-14), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), CDIO (пп. 3.2, 3.3)
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, <i>демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве</i> , ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-3, 4), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3), CDIO (пп. 4.7, 4.8, 3.1)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Юрьев Е.М.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Д7В	Чайкиной Яне Игоревне

Тема работы:

Исследование влияния магнитного поля на процесс разделения стойких водонефтяных эмульсий	
Утверждена приказом директора ИШПР (дата, номер)	от 02.02.2021 г. № 33-23/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования являются водонефтяные эмульсии Томской области.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Литературный обзор 1.1 Эмульсии, общие понятия и определения 1.2 Механизмы образования эмульсий при добыче и транспорте нефти 1.3 Стабилизаторы нефтяных эмульсий 1.4 Способы разрушения стойких водонефтяных эмульсий 1.5 Механизм действия магнитной обработки 2 Объекты и методы исследования 2.1 Объекты исследования 2.2 Методика эксперимента

	2.3 Создание «эталона» водонефтяной эмульсии 3 Расчеты и аналитика 4 Результаты исследования и их обсуждение 5 Концепция стартап-проекта 6 Социальная ответственность
Перечень графического материала	Нет
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Концепция стартап-проекта»	старший преподаватель ШИП Сабирова Д.Т.
«Социальная ответственность»	старший преподаватель ООД Гуляев М.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25.01.2021
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Бешагина Е.В.	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д7В	Чайкина Яна Игоревна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»

Студенту:

Группа	ФИО
2Д7В	Чайкина Яна Игоревна

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 «Химическая технология»

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Разрабатываемая магнитная установка, включающая редкоземельные металлы, позволит решить ключевую проблему: в разделении стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий, тем самым повысив эффективность процесса подготовки нефти к переработке.
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Защита интеллектуальной собственности предполагается, как патент на магнитную систему.
<i>Объем и емкость рынка</i>	Доступный объем рынка составляет 36,05 млн. руб. Такое количество установок необходимо для обработки нефти, добываемой на месторождениях Томской области.
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	В Томской области давно в разработке находятся 18 из 84 разведанных месторождений нефти, которые характеризуются высоким сроком выработки и обводненностью, что влечет за собой высокие энергозатраты. В России свыше 90 % всей нефти добывают из заводняемых месторождений. Объем еще не разведанных нефтяных ресурсов Томской области больше разведанных примерно в 1,8 раза. Нефтедобыча в Томской области будет продолжаться еще много лет.
<i>Себестоимость продукта</i>	Конечная стоимость продукции рассчитана на основе уровня постоянных и переменных расходов.
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта</i>	Был выявлен ряд преимуществ метода по сравнению с другими способами разделения, отличительными являются: увеличение эффективности разделения, снижение энергозатрат на подготовку

	нефти к переработке, сокращение выбросов химических реагентов.
<i>Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	Было проведено сравнение разрабатываемого продукта с другими методами, на основании которых создаются установки для разделения стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий.
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	Потребителем создаваемого продукта является нефтяная отрасль.
<i>Бизнес-модель проекта</i>	Была составлена бизнес-модель по методу Александра Остервальдера.
<i>Производственный план</i>	
<i>План продаж</i>	
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы (например, бизнес-модель)</i>	Бизнес-модель продукта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.03.2021
---	------------

Задание выдал консультант по разделу «Концепция стартап-проекта» (со-руководитель ВКР):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Сабирова Д.Т.			15.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д7В	Чайкина Я. И.		15.03.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Д7В	Чайкина Яна Игоревна

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 «Химическая технология»

Тема ВКР:

Исследование влияния магнитного поля на процесс разделения стойких водонефтяных эмульсий	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения.	Объектом исследования являются водонефтяные эмульсии Томской области (129 аудитория, 2 корпус). Область применения: повышение эффективности разделения стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность.	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: <ul style="list-style-type: none"> – неудовлетворительный микроклимат; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – электроопасность; – повышенный уровень напряженности электрического и электромагнитного полей; – пожаровзрывоопасность на объектах; – наличие взрывоопасных и токсичных веществ.
3. Экологическая безопасность.	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	<ul style="list-style-type: none"> – анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий. – пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев М.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д7В	Чайкина Яна Игоревна		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии
 Период выполнения весенний семестр 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2021 г.	Введение	10
25.03.2021 г.	Литературный обзор: эмульсии, общие понятия и определения; механизмы образования эмульсий при добыче и транспорте нефти; стабилизаторы нефтяных эмульсий; способы разрушения стойких водонефтяных эмульсий; механизм действия магнитной обработки.	15
10.04.2021 г.	Объекты и методы исследования: объекты исследования; методика эксперимента (обработка магнитными конструкциями, обработка магнитными конструкциями с добавлением наночастиц оксида железа, комплексная магнитная обработка с добавлением наночастиц оксида железа и их удалением постоянным магнитом); создание «эталона» водонефтяной эмульсии.	20
15.04.2021 г.	Расчеты и аналитика: оценка результатов эксперимента органолептическим методом.	10
01.05.2021 г.	Результаты исследования и их обсуждение: результаты количественной и качественной оценки эффективности действия постоянного магнитного поля на процесс разделения малообводненных и высокообводненных нефтей; результаты количественной и качественной оценки эффективности комплексного действия магнитной обработки с добавлением наночастиц оксида железа; результаты магнитной обработки приготовленных «эталонов» эмульсий нефти.	20
10.05.2021 г.	Раздел «Концепция стартап-проекта». Раздел «Социальная ответственность»	15
16.05.2021 г.	Заключение	10

СОСТАВИЛ:**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Бешагина Е.В.	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д7В	Чайкина Яна Игоревна		

СОГЛАСОВАНО:**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Юрьев Е.М.	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 97 страницы, 19 рисунков, 29 таблиц, 50 источников.

Ключевые слова: нефть, водонефтяная эмульсия, методы разрушения, магнитная обработка, наночастицы оксида железа.

Работа представлена введением, 6 разделами и выводами, приведен список использованных источников.

Объектом исследования являются водонефтяные эмульсии Томской области.

Предметом исследования являются малообводненные и высокообводненные нефти.

Цель: исследование влияния магнитного поля на процесс разделения стойких водонефтяных эмульсий.

В процессе исследования проводились лабораторные испытания магнитной обработки и комплексной магнитной обработки на водонефтяные эмульсии.

В результате исследования были определены физико-химические свойства нефтей исследуемых месторождений; проведена магнитная обработка нефтей и оценка её эффективности; показана эффективность магнитной обработки и подобран оптимальный режим обработки нефти.

Область применения: промысловая подготовка нефти с целью обезвоживания и обессоливания.

Значимость работы: результаты исследования могут использоваться при промысловой подготовки нефти.

Оглавление

Введение.....	15
1 Литературный обзор	17
1.1 Эмульсии, общие понятия и определения	17
1.2 Механизмы образования эмульсий при добыче и транспорте нефти	20
1.3 Стабилизаторы нефтяных эмульсий	22
1.4 Способы разрушения стойких водонефтяных эмульсий	23
1.5 Механизм действия магнитной обработки	24
2 Объекты и методы исследования	26
2.1 Объекты исследования	26
2.2 Методика эксперимента	29
2.3 Создание эталона водонефтяной эмульсии	33
3 Расчеты и аналитика	35
4 Результаты исследования и их обсуждение	36
5 Концепция стартап-проекта	49
5.1 Название проекта.....	49
5.2 Описание продукта как результата НИР	49
5.3 Защита интеллектуальной собственности	50
5.4 Объем и емкость рынка	50
5.5 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли	52
5.6 Планируемая стоимость продукта.....	53
5.7 Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами....	59
5.8 Целевых сегменты потребителей создаваемого продукта.....	64
5.9 Бизнес-модель проекта. Производственный план и план продаж	65
5.10 Стратегия продвижения продукта на рынок	69
6 Социальная ответственность	71
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	71

6.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	72
6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	73
6.2 Производственная безопасность.....	73
6.2.1 Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды	74
6.3 Экологическая безопасность.....	83
6.3.1 Воздействие на атмосферу	84
6.3.2 Воздействие на гидросферу	84
6.3.3 Воздействие на литосферу	84
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	84
6.4.1 Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения	85
6.4.2 Выбор наиболее типичной ЧС	86
6.4.3 Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС	86
6.4.4 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.....	88
Заключение	90
Список публикаций студента.....	91
Список использованных источников	92

Введение

На сегодняшний день современная добыча нефти характеризуется увеличением доли трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ), которые, в основном, представляются тяжелыми и высоковязкими нефтями. Их объемы во много превышают запасы легкоизвлекаемых нефтей и составляют около 12 млрд. т. Доля ТРИЗ с каждым годом растет и уже достигла 65 % от общего объема запасов в Российской Федерации.

В результате снижения запасов легкодоступных нефтей возникает необходимость в развитии новых технологических разработках для подготовки их подготовки.

К тому же основной способ эксплуатации месторождений – это заводнение пласта. Из-за продолжительной добычи нефти её обводнённость тоже растет. В результате непрерывного смешения нефти и воды образуются трудноразделимые водонефтяные эмульсии с высокой агрегативной устойчивостью и высокой вязкостью.

Эмульгирование нефти приводит к осложнению процессов добычи, сбора и дальнейшей транспортировки нефти. Наличие водонефтяных эмульсий способствует повышению температуры застывания нефти, увеличивает её вязкость, интенсивной коррозии технологического оборудования, а также может привести к большому выделению асфальтосмолопарафиновых отложений.

Обезвоживание сырой нефти является важнейшей технологической задачей комплексной переработки нефти. Существует необходимость значительно ускорить процесс разрушения эмульсий.

Разрушение эмульсии при добыче нефти является дорогостоящей проблемой, вследствие спроса на дорогие химические продукты и оборудование, а иногда и неэффективного разделения. В таких случаях магнитная обработка позволяет ускорить процесс сепарации газа и обезводить нефть, что дает значительный эффект [1].

Таким образом, **целью работы** является повышение эффективности разделения стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий путем использования наночастиц металла и постоянного магнитного поля.

Для достижения данной цели были выделены следующие **задачи**:

1. Изучить механизмы образования, стабилизации и способы разрушения водонефтяных эмульсий.
2. Определить физико-химические свойства образцов нефти исследуемых месторождений.
3. Оценить эффективность действия постоянного магнитного поля на процесс разделения водонефтяных эмульсий.
4. Оценить качество разделения водонефтяных эмульсий.

Объектом исследования в данной работе являются водонефтяные эмульсии Томской области.

Предметом исследования является оценка эффективности действия постоянного магнитного поля на процесс разделения водонефтяных эмульсий.

Научная новизна работы: установлено, что применение высокоэнергетических постоянных магнитов, включающих в себя редкоземельные металлы, способствует интенсификации процесса разделения стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий.

Практическая значимость работы: применение магнитной установки позволит повысить процесс разделения водонефтяных эмульсий на 25 %.

Апробация работы:

Основные положения работы были представлены на XXII Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке», где работа была удостоена Диплома III степени.

1 Литературный обзор

Перед транспортировкой товарной нефти конечному потребителю: нефтеперерабатывающим заводам или на экспорт, промежуточное положение между основными технологическими процессами на промысле занимает ее подготовка.

Если нефть перед транспортировкой предварительно не подготовить, то компоненты, которые в ней содержатся могут значительно затруднить её перевозку и дальнейшую переработку. Даже содержание в нефти 1 – 2 % воды и механический примесей снижает эффективность трубопроводов, увеличивает риск их порывов и приводит к интенсивной коррозии технологического оборудования [2].

Продолжительная эксплуатация нефтяных пластов и их заводнение способствует образованию стойких водонефтяных эмульсий, в следствие чего увеличивается температура застывания нефти и ее вязкость [3].

Разрушение водонефтяных эмульсий и их эффективное разделение на промысле остается одной из важнейших задач и экспериментального исследования в этой области.

1.1 Эмульсии, общие понятия и определения

Весь процесс добычи и переработки нефти сопровождается ее смешением с водой, способствуя образованию водонефтяных эмульсий. Так они образуются при фильтрации обводненной нефти через пористые структуры нефтеносных слоев; при выходе с большой скоростью из скважины вместе с сопутствующей ей пластовой водой и в процессе обессоливания, т.е. промывки пресной водой для удаления хлористых солей [4].

В широком понимании дисперсные системы двух жидкостей, не растворимых или малорастворимых друг в друге, одна из которых диспергирована в другой в виде мелких капелек (глобул) называются эмульсиями. В эмульсии различают две фазы: внешнюю – дисперсионную среду

и внутреннюю – дисперсную фазу. Внешняя фаза является жидкостью, в которой располагаются мельчайшие капли другой жидкости. А внутренняя фаза является мелкими каплями, находящимися в дисперсионной среде.

Образование эмульсии сопровождается увеличением поверхности диспергированной фазы, в виду этого для осуществления процесса эмульгирования необходимо затратить работу, которая концентрируется на поверхности раздела фаз в виде свободной поверхностной энергии. Энергия, которая необходима для образования единицы межфазной поверхности, называется поверхностным (межфазным) натяжением [5]. Капли внутренней фазы имеют форму в виде сферы, поскольку данная форма обладает наименьшей поверхностью и имеет наименьшую свободную энергию для данного объема.

Водонефтяные эмульсии представляют собой смесь нефти с пластовой водой, которые находятся в мелкодисперсном состоянии и нерастворимы друг в друге.

Водонефтяные эмульсии обладают различной устойчивостью, т.е. способностью системы в течение определенного времени не разрушаться и не разделяться на нефть и воду. Говоря об их устойчивости, нужно различать два понятия: кинетическую и агрегативную устойчивость [6].

Способность системы не позволять оседать или всплывать частицам дисперсной фазы под действием сил тяжести называется кинетическая устойчивость. А способность частиц дисперсной фазы при их столкновении друг с другом или границей раздела фаз сохранять первоначальный размер называется агрегативной устойчивостью.

На стабильность водонефтяных эмульсий влияют различные факторы, одним из которых является дисперсность системы. Система, состоящая из капель одного размера, называется монодисперсная, и, состоящая из капель разного размера, – полидисперсная система. Как правило, водонефтяные эмульсии относятся к полидисперсным системам.

По дисперсности различают следующие типы водонефтяных эмульсий [6]:

- мелкодисперсные – размер капель воды от 0,2 до 20 мкм,
- средней дисперсности – размер капель воды от 20 до 50 мкм,
- грубодисперсные – размер капель воды от 50 до 300 мкм.

Увеличение дисперсности водонефтяной эмульсии способствует ее устойчивости при прочих равных условиях.

В основном разрушение эмульсий сопровождается технологическими процессами, основанными на деэмульгировании, т.е. обезвоживание сырой нефти, очистка сточных вод и другие процессы.

Процесс, сопровождающийся укрупнением диспергированных частиц, который под действием молекулярных сил сцепления при броуновском движении на расстояние сферы действия сил сцепления вызывает их слипание, называется коагуляцией. Силы, препятствующие этому сближению, называются электростатические силы отталкивания частиц.

Процесс коагуляции может происходить в результате изменения состава дисперсионной среды, увеличения температуры или при добавлении деэмульгатора.

Различают два основных способа разрушения водонефтяных эмульсий, которые основываются на процессах седиментации и коалесценции.

Процесс, сопровождающийся оседанием частиц дисперсной фазы жидкости или газе под действием сил тяжести или центробежных сил, называется седиментацией. Скорость процесса зависит от таких факторов как [6]: размер, масса, форма и плотность вещества частицы, плотность и вязкость среды, также от ускорения, гравитационных сил и центробежных сил, которые действуют на частицы.

Процесс уже окончательного разрушения водонефтяной эмульсии, сопровождающийся выделением компонентов в чистом виде, называется коалесценцией [6]. Это явление протекает в две стадии. На первой стадии процесса протекает флокуляция, в результате которой капли дисперсной фазы

агрегируются, образуя большие глобулы, и легко распадаются при слабом перемешивании. Вторая стадия сопровождается самой коалесценцией, при которой капли в агрегате сливаются, образуя одну большую каплю, не распадающуюся при слабом перемешивании. Процесс считается необратимым в виду того, что для разрушения большой капли на более мелкое необходимо сильное перемешивание.

1.2 Механизмы образования эмульсий при добыче и транспорте нефти

Для эффективного выбора способа деэмульгирования нефти нужно знать механизм образования водонефтяных эмульсий и их свойства. В пласте водонефтяные эмульсии не образуются, их образование начинается при движении нефти по скважине к устью и сопровождается на всем этапе движения по промысловым коммуникациям. Дальнейшая транспортировка водонефтяной эмульсии протекает без значительных изменений. Характер месторождения, период его эксплуатации и физико-химические свойства нефти определяют способ её добычи, который в свою очередь во многом влияет на интенсивность образования эмульсии. На сегодняшний день любое месторождение эксплуатируется одним из известных способов [4]: фонтанным, компрессорным или глубиннонасосным.

Фонтанный способ добычи нефти характерен для начального периода эксплуатации месторождения, который сопровождается большим отбором жидкости из скважины. Выделение растворенных газов из нефти при снижении давления ниже давления насыщения способствует интенсивному смешению воды и нефти в подъемных трубах, что влечет за собой образование эмульсий на более ранней стадии движения смеси.

Компрессорная добыча нефти сопровождается образованием эмульсий, что и при фонтанном способе добычи. Особенно отрицательное влияние на добываемую нефть оказывает закачка воздуха вместо газа в скважину, поскольку

воздух окисляет часть тяжелых углеводород с образованием асфальто-смолистых веществ.

Глубиннонасосный способ добычи нефти сопровождается образованием эмульсий в технологических частях насосного оборудования: в клапанных коробках, цилиндре наноса, подъемных трубах при возвратно-поступательном движении насосных штанг самих клапанов. Использование электропогружного насосного оборудования также приводит к перемешиванию нефти и воды и образованию водонефтяных эмульсий на рабочих колесах насоса, в подъемных трубах.

Все способы добычи нефти, где происходит интенсивное перемешивание с водой, характеризуются образованием водонефтяных эмульсий, которые в свою очередь формируются из-за двух конкурирующих процессов: дробления (диспергирования) и коалесценции (слияния) капель дисперсной фазы. От преобладания одного из этих процессов водонефтяная эмульсия имеет различную дисперсность. Динамическое же равновесие эмульсии наблюдается при равных скоростях дробления и коалесценции капель дисперсной фазы.

Согласно П.А. Ребиндеру [7] механизм образования эмульсии заключается в первоначальном удлинении глобулы воды в поле сдвиговых деформаций, в результате чего она становится в форме цилиндра. Удлинение глобулы сопровождается межфазной поверхностью контакта нефти и воды. При достижении критической длины, которая исчисляется двумя размерами первоначальной глобулы, глобула в форму цилиндра «разрывается» на более мелкие капли разных диаметров.

Данный механизм имеет место быть при деформации в виде вязких напряжений, которые действуют вдоль сечения капель. В результате турбулентного течения потока жидкости разрушение капель под действием этих напряжений наблюдается уже для капель, имеющих диаметр меньше микромасштаба турбулентности. При увеличении размера диаметра капли большое влияние оказывает действие пульсации потока, из-за которого капля воды в потоке нефти становится неправильной формы и, если частота

наложенной пульсации совпадет с частотой собственных колебаний капля рвется на более мелкие составляющие.

Из-за разного размера капель водонефтяной эмульсии и различных режимов движения потока, эмульгирование происходит как под действием вязких, так и динамических сил.

1.3 Стабилизаторы нефтяных эмульсий

В результате эмульгирования водонефтяных систем на развитой поверхности раздела фаз нефть-вода за счет адсорбционно-адгезионных процессов накапливаются различные молекулярно- и коллоидно-диспергированные вещества [8], называемые природными стабилизаторами водонефтяных эмульсий, которые одновременно содержат полярную группу и неполярный углеводородный радикал. Первая группа определяет родственную связь эмульгатора с водой. Углеводороды схожи с углеводородными веществами в жидком состоянии. Соотношение величины обеих групп определяет устойчивость эмульсий. В результате их взаимодействия с нефтяной и водной фазами и друг с другом образуются механически прочные защитные пленки, которые препятствуют процессу коалесценции, но не флокуляции, капель воды в нефти. Большинство природных стабилизаторов нефти относятся к поверхностным активным веществам.

В работах авторов [8, 9] говорится об существенном различии состава защитных слоев водонефтяных эмульсий. Основными стабилизаторами являются смолы и асфальтены. Помимо них также могут присутствовать соли тяжелых металлов и нафтеновых кислот; твердые частицы минеральных суспензий с поверхностью, включающей полярные компоненты нефти, и микрокристаллы парафина. Наличие защитных оболочек природных стабилизаторов нефти на поверхности капель эмульгированной воды влияет на устойчивость водонефтяных эмульсий, поскольку они механически препятствуют агрегированию и коагуляции капель.

1.4 Способы разрушения стойких водонефтяных эмульсий

Как рассматривалось ранее, длительном срок эксплуатации месторождения способствуют увеличению содержания воды в нефти и, как следствие, образованию водонефтяных эмульсий, которые необходимо разделить для дальнейшей транспортировки нефти по трубопроводу. На сегодняшний день основными способами разрушения водонефтяных эмульсий являются [10]: механический, термический, химический, электрический.

Однако для разделения же стойких эмульсий применяют различные комбинированные методы [11], включающие в себя несколько других методов. Рассмотрим некоторые из них.

Одним из простейших механических способов разрушения водонефтяных эмульсий является гравитационное отстаивание в сосудах большой емкости, где нефть пребывает в течение 2 – 3 ч. Однако в отдельности этот метод малопроизводителен и в чистом виде практически не применяется, поэтому вместе с ним используют химический метод, основанный на введении деэмульгатора в водонефтяную систему, посредством которого вытесняется или растворяется действующий эмульгатор, благодаря чему эмульсия разрушается.

Термохимический способ основан на предварительном нагревании водонефтяной эмульсии с последующем в нее вводом деэмульгатора. Наиболее эффективен при применении высококачественных деэмульгаторов. Более совершенным методом является разрушение водонефтяной эмульсии в герметизированной аппаратуре, где в присутствии деэмульгатора под давлением до 0,9 МПа (9 кгс/см²) нефть, предварительно нагретая в теплообменниках или печах до 150 – 155 °С, отстаивается от воды. Способ доказывает свою эффективность при разрушении стойких эмульсий, тяжелых нефтей.

Ещё одним способом разрушения стойких водонефтяных эмульсий является электрохимический метод, который основан на первоначальном отстое нефти с деэмульгатором и последующем её пропускании через электрическое поле, преимущественно переменной промышленной частоты и высокого

напряжения (15 – 44 кВ). За счет индукции электрического поля, диспергированные капли воды поляризуются, вытягиваются с разрушением защитных пленок, а результат частой смены полярности электродов приводит к увеличению вероятности их столкновения и укрупнения, что позволяет достичь глубокой очистки нефти от воды.

При промысловой подготовке нефти всегда остро стояла проблема разделения стойких водонефтяных эмульсий в связи с недостаточно эффективным воздействием деэмульгаторов. Для повышения их эффективности, в особенности при подготовке стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий, особо выделяется обработка эмульсии магнитным полем [12]. Проведены исследования магнитной обработки водонефтяной эмульсии с применением постоянных и переменных полей. При этом наблюдается снижение агрегативной устойчивости водонефтяной эмульсии, коррозионной активности эмульсии и снижение отложений хлористых солей и парафинов. Существуют различные технологии и оборудование, подробно отраженные в литературе [13 – 15].

1.5 Механизм действия магнитной обработки

На первых стадиях водонефтяная эмульсия представляет собой субстанцию «вода в нефти» или «нефть в воде», причем на границах раздела фаз образуются так называемые «бронирующие оболочки», которые не дают разрушиться эмульсии. Вытесняя менее активные природные эмульгаторы, молекулы деэмульгатора адсорбируются на границе раздела фаз. И несмотря на небольшую прочность образующейся их пленки, действие гравитационных сил недостаточно для быстрого осаждения и коалесценции мелких капелек [16].

Для ускорения процесса адсорбционного замещения можно использовать термические способы отстаивания водонефтяной эмульсии [17]. – 13. Однако это решение не всегда является целесообразным и реализуемым. Решить данную проблемы можно за счет применения магнитной обработки эмульсии (рисунок 1).

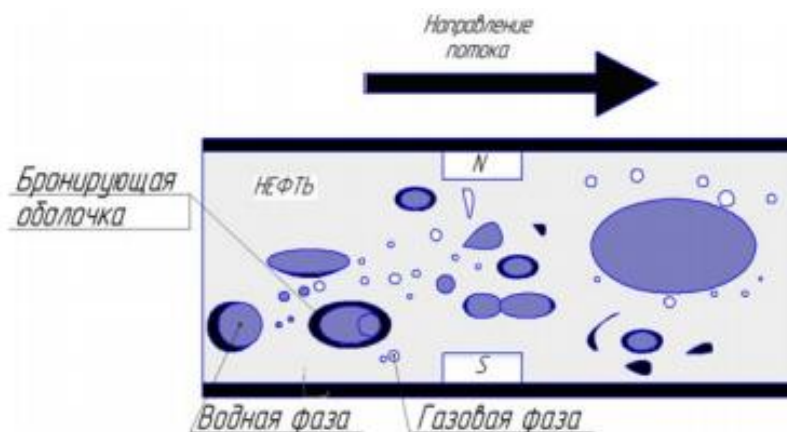
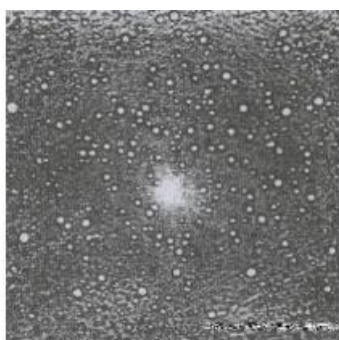


Рисунок 1 – Воздействие магнитного поля на водонефтяную эмульсию

За счет магнитного поля происходит поляризация капель воды, что является их следствием взаимного притяжения. В результат чего происходит значительное ускорение процесса коагуляции и коалесценции капель воды (рисунок 2) и быстрому отстою.



а)



б)

Рисунок 2 – Водонефтяная эмульсия до (а) и после (б) магнитной обработки

Таким образом, в данной главе были рассмотрены основные понятия и определения об эмульсии, механизмы образования, устойчивости и разрушения эмульсии. Приведены основные теории образования водонефтяных эмульсий, описаны методы разрушения эмульсий.

В следующих разделах будет проведено лабораторное исследование комплексного воздействия магнитной обработки на эффективность процесса разрушения водонефтяных эмульсий.

2 Объекты и методы исследования

2.1 Объекты исследования

В качестве объектов исследования использовалась промысловая высокообводненная нефть со скважины ФМ Томской области с объемной долей воды от 10,0 % до 85,0 %. Физико-химические характеристики нефти представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика нефти ФМ

Показатель	Ед. изм.	Метод испытаний	Значение
Объемная доля воды, % об.	% об.	ГОСТ 2477-2014	29,5 ± 1,0
Плотность при 15 °С	кг/м ³	ГОСТ 3900	846,1 ± 1,1
Плотность при 20 °С	кг/м ³	ГОСТ 3900	844,2 ± 1,1
Вязкость при 20 °С	мм ² /с	ГОСТ 33	5,19 ± 0,03
Вязкость при 50 °С	мм ² /с	ГОСТ 33	2,70 ± 0,02
Массовая доля серы	% мас.	ГОСТ Р 51947	0,501 ± 0,036
Концентрация хлористых солей	мг/л	ГОСТ 21534	1038,8 ± 58,2
Температура застывания	°С	ГОСТ 20287	неопр.
ДНП	кПа/мм.рт.ст	ГОСТ 1756-2000	20/151
Фракционный состав: Т н.к., V при 100 °С V при 200 °С V при 300 °С	мл	ГОСТ 2177	44 8 36 60
Массовая доля мех. примесей	% мас.	ГОСТ 6370	0,79 ± 0,024
Массовая доля асфальтенов	% мас.	ГОСТ 11858-66	1,39 ± 0,25
Массовая доля смол	% мас.	ГОСТ 15886-70	7,02 ± 0,31
Массовая доля парафинов	% мас.	ГОСТ 11851	3,76 ± 1,80
Температура плавления парафинов	°С	ГОСТ 4255-75	49

В исследуемой нефти ФМ имеется большое количество природных эмульгаторов нефти – смол и парафинов.

В качестве оценки влияния магнитной обработки на процесс разделения малообводненных нефтей использовали водонефтяные эмульсии со сборных пунктов. Физико-химические характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика нефти сборных пунктов

Показатель	Ед. изм.	Метод испытаний	Значение
Объемная доля воды, % об.	% об.	ГОСТ 2477-2014	5,2 ± 1,0
Плотность при 15 °С	кг/м ³	ГОСТ 3900	неопр.
Плотность при 20 °С	кг/м ³	ГОСТ 3900	848
Вязкость при 20 °С	мм ² /с	ГОСТ 33	7,06
Вязкость при 50 °С	мм ² /с	ГОСТ 33	3,39
Массовая доля серы	% мас.	ГОСТ Р 51947	0,52
Концентрация хлористых солей	мг/л	ГОСТ 21534	неопр.
Температура застывания	°С	ГОСТ 20287	-10
ДНП	кПа/мм.рт.ст	ГОСТ 1756-2000	неопр.
Фракционный состав: Т н.к., V при 100 °С V при 150 °С V при 250 °С V при 300 °С	%	ГОСТ 2177	неопр. 6 15 25 40
Массовая доля мех. примесей	мг/дм ³	ГОСТ 6370	180
Массовая доля асфальтенов	% мас.	ГОСТ 11858-66	1,8
Массовая доля смол	% мас.	ГОСТ 15886-70	5,2
Массовая доля парафинов	% мас.	ГОСТ 11851	1,9
Температура плавления парафинов	°С	ГОСТ 4255-75	48

В исследуемой нефти со сборных пунктов имеется большое количество природных эмульгаторов нефти смол.

Для сравнения полученных результатов были приготовлены «эталонные» эмульсии из обезвоженных нефтей ГМ и ММ. Физико-химические характеристики нефтей представлены в таблицах 3 и 4, соответственно.

Таблица 3 – Характеристика нефти ГМ

Показатель	Ед. изм.	Метод испытаний	Значение
Объемная доля воды, % об.	% об.	ГОСТ 2477-2014	-
Плотность при 15 °С	кг/м ³	ГОСТ 3900	неопр.
Плотность при 20 °С	кг/м ³	ГОСТ 3900	0,84
Вязкость при 20 °С	мм ² /с	ГОСТ 33	8,97
Вязкость при 50 °С	мм ² /с	ГОСТ 33	неопр.
Массовая доля серы	% мас.	ГОСТ Р 51947	3,27
Концентрация хлористых солей	мг/л	ГОСТ 21534	неопр.
Температура застывания	°С	ГОСТ 20287	неопр.
ДНП	кПа/мм.рт.ст	ГОСТ 1756-2000	неопр.
Фракционный состав: Т н.к., V при 150 °С V при 200 °С V при 250 °С V при 300 °С	%	ГОСТ 2177	17 27,5 35,2 46
Массовая доля мех. примесей	% мас.	ГОСТ 6370	неопр.
Массовая доля асфальтенов	% мас.	ГОСТ 11858-66	-
Массовая доля смол	% мас.	ГОСТ 15886-70	2,33
Массовая доля парафинов	% мас.	ГОСТ 11851	9,1
Температура плавления парафинов	°С	ГОСТ 4255-75	неопр.

В нефть ГМ имеется большое количество природных эмульгаторов нефти – парафин и смол.

Таблица 4 – Характеристика нефти ММ

Показатель	Ед. изм.	Метод испытаний	Значение
Объемная доля воды, % об.	% об.	ГОСТ 2477-2014	-
Плотность при 15 °С	кг/м ³	ГОСТ 3900	850
Плотность при 20 °С	кг/м ³	ГОСТ 3900	неопр.
Вязкость при 20 °С	мм ² /с	ГОСТ 33	17,1·10 ⁻⁶
Вязкость при 50 °С	мм ² /с	ГОСТ 33	неопр.
Массовая доля серы	% мас.	ГОСТ Р 51947	0,4

Продолжение таблицы 4

Концентрация хлористых солей	мг/л	ГОСТ 21534	неопр.
Температура застывания	°С	ГОСТ 20287	неопр.
ДНП	кПа/мм.рт.ст	ГОСТ 1756-2000	неопр.
Фракционный состав: Т н.к., V при 100 °С V при 200 °С V при 300 °С	%	ГОСТ 2177	69 - 21 41
Массовая доля мех. примесей	% мас.	ГОСТ 6370	неопр.
Массовая доля асфальтенов	% мас.	ГОСТ 11858-66	2,1
Массовая доля смол	% мас.	ГОСТ 15886-70	5,47
Массовая доля парафинов	% мас.	ГОСТ 11851	4,35
Температура плавления парафинов	°С	ГОСТ 4255-75	неопр.

В нефть ММ имеется большое количество природных эмульгаторов нефти – асфальтенов, парафин и смол.

2.2 Методика эксперимента

При проведении эксперимента в качестве источников постоянного магнитного поля использовали лабораторную установку магнитной обработки нефти (рисунок 3), которая представляет собой магнитную систему, индукция которой варьируется в пределах от 160 до 200 мТл с несколькими переполюсовками, через которую пропускалась водонефтяная эмульсия. Длина первого магнита составляла 58 см (рисунок 3, а), длина второго магнита – 28 см (рисунок 3, б).

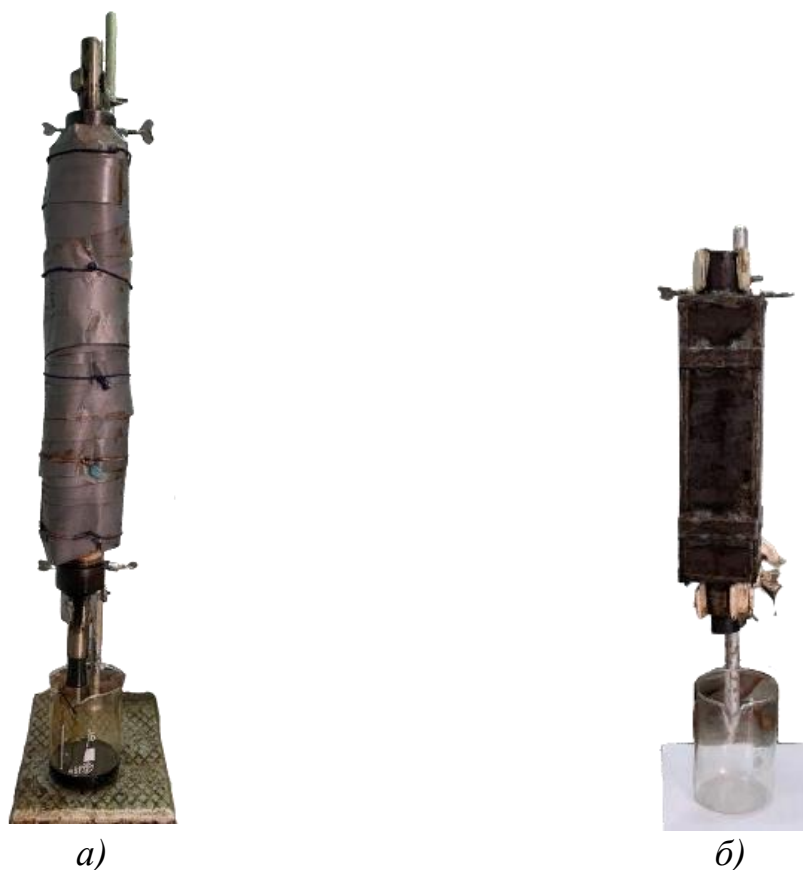


Рисунок 3 – Магнитная установка: а) длинный магнит; б) короткий магнит

Для интенсификации процесса разделения водонефтяных эмульсий с помощью постоянного магнитного поля были проведены несколько экспериментов различных вариаций. Ниже представлены следующие варианты эксперимента.

Вариант 1:

Предварительно подготовили образцы исследования в объеме 100 мл. Пропускали каждый образец через магнитную установку с длинным и коротким магнитом при температуре 20 °С. При эксперименте реализовывался динамический режим движения эмульсий, соответствующий реальному движению нефти в нефтепроводе. По окончании эксперимента оценку результатов проводили визуально. Для сравнения полученных результатов оставили 1 образец исходным.

Было определено, что при однократной обработке наиболее эффективной по разделению водонефтяных эмульсий оказалась магнитная

установка с длинным магнитом, поэтому при дальнейших экспериментах использовалась именно эта конструкция.

Вариант 2:

Предварительно подготовили образцы исследования в объеме 100 мл. Вносили наночастицы оксида железа в количестве 0,01 г, ориентируясь на промышленные масштабы (не более 100 г на 1 тонну). Затем пропускали через магнитную установку с длинным магнитом при температуре 20 °С. Наночастицы получали доменным способом [18] путем карботермического восстановления гематита железа (Fe_2O_3) в магнетит (Fe_3O_4) из осадков, которые образовались в результате процесса подготовки артезианской питьевой воды (рисунок 4). По окончании эксперимента оценку результатов проводили визуально. И наоборот первоначально пропускали эмульсию через магнитную конструкцию, а потом вносили наночастицы оксида железа.



Рисунок 4 – Получение наночастиц оксида железа: а) гематит железа; б) магнетит железа

Рентгеноструктурный анализ гематита и магнетита железа представлен в таблицах 5 и 6, соответственно.

Таблица 5 – Рентгеноструктурный анализ гематита железа

Химический элемент	Результат
Fe	47,3588 %
O	31,4266 %

Продолжение таблицы 5

P	10,1970 %
Ca	7,6404 %
Si	2,4633 %
Al	0,2646 %
Mg	0,1730 %
Sr	0,1408 %
S	0,0891 %
K	0,0822 %
C	0,0537 %
Cr	0,0326 %
Ti	0,0257 %
Cu	0,0230 %
Ni	0,0140 %
Zn	0,0135 %
Y	0,0016 %

Таблица 6 – Рентгеноструктурный анализ гематита железа

Химический элемент	Результат
Fe	52,6151 %
O	23,6527 %
P	10,3965 %
Ca	8,9036 %
Si	2,8744 %
Al	0,4145 %
C	0,3940 %
Mg	0,2832 %
Sr	0,1756 %
K	0,1524 %
S	0,1035 %
Cr	0,0344 %

После проведения эксперимента образцы малообводненной эмульсии были подвергнуты дополнительному воздействию – термообработке, для оценки комплексного воздействия, поскольку при магнитной обработке положительного эффекта не наблюдалось.

Дополнительно была проведена оценка эффективности действия комплексной магнитной обработки, которая состояла из предварительного внесения наночастиц оксида железа и последующего их удаления постоянным магнитом с индукцией 1 Тл. Характеристика магнита приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристика прямоугольного магнита

Материал	сплав самарий-кобальт
Индукция	1 Тл
Напряженность в системе СГС	25 килоэрстед

Предварительно подготовив испытуемую пробу нефти, налили её в лабораторный стакан объемом 100 мл. После чего внесли наночастицы оксида железа, масса которых составляла 2,5 г. Затем сразу же их удалили постоянным магнитом, а нефть перелили в цилиндр. После проделывали опыт ещё два раза с увеличением количества наночастиц оксида железа: 5 г и 7,5 г, соответственно. Испытуемые образцы оставили на 2-е и 7 суток, после чего наблюдали результат. По окончании эксперимента оценку результатов проводили визуально.

2.3 Создание эталона водонефтяной эмульсии

Для достоверности результатов эксперимента эффективности действия постоянного магнитного поля на процесс разделения водонефтяных эмульсий были приготовлены «эталон» эмульсий 30 % обводненности.

В качестве модели пластовой воды брали дистиллированную воду. Были приготовлены 2 «эталона» эмульсий: 1 образец – 100 мл нефти ГМ и 30 мл воды, 2 образец – 100 мл нефти ГМ, 30 мл воды, морская соль массой 1 г. Затем полученные системы сливались в колбы. Применяли перемешивающее

устройство для получения однородной смеси в течение 2 – 3 минут, поскольку недостаточное время перемешивания приводит к ее быстрому «старению» [19].

Также были приготовлены эталонные образцы эмульсий с различной минерализацией 0,2 г, 0,6 г, 0,9 г, для оценки влияния солей на устойчивость водонефтяной системы к магнитной обработке.

3 Расчеты и аналитика

Количественную и качественную оценку результатов эксперимента проводили органолептическим методом исследования [20]. Путем визуального наблюдения объема отделившейся воды от нефти в цилиндре, выраженную в мл, и визуального наблюдения характера разделения водонефтяной эмульсии и полученной структуры.

4 Результаты исследования и их обсуждение

По окончании проведения первого варианта исследования были получены результаты, представленные ниже.

На рисунке 5 представлен количественный результат процесса разделения высокообводненной нефти ФМ после магнитной обработки.

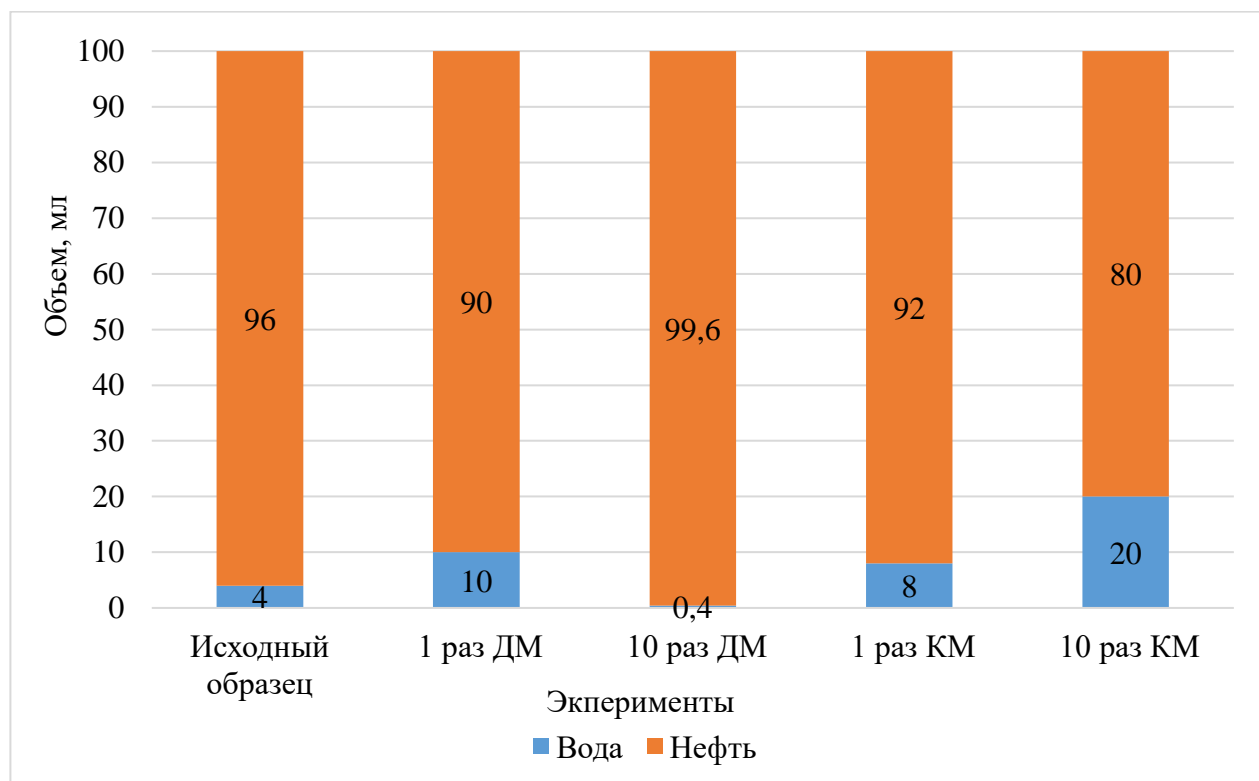


Рисунок 5 – Количественная оценка эффективности действия магнитной обработки высокообводненной нефти: ДМ – длинный магнит; КМ – короткий магнит

Полученные результаты на рисунке 5 доказывают эффективность действия магнитной обработки эмульсий. При пятиминутном отстаивании исходного образца объем отделившейся воды составил 4 мл. При обработке эмульсии длинным магнитом объем воды, составил 10 мл, однако при дальнейшей обработке объем воды составил всего лишь 0,4 мл, что доказывает эффективность однократной обработки. И, наоборот, многократная обработка коротким магнитом более эффективна (20 мл), чем при одноразовой обработке, при которой объем, отделившейся воды, составил 8 мл.

Однако при обработке высокообводненной нефти ФМ магнитными конструкциями образуются различные промежуточные слои (рисунок 6).

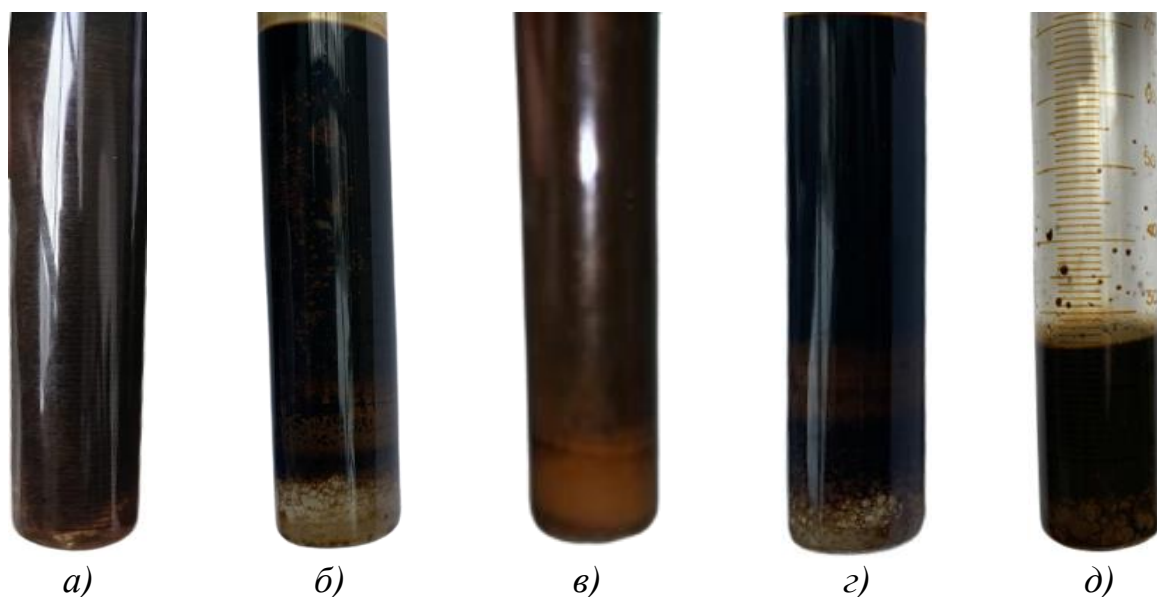


Рисунок 6 – Качественная оценка магнитной обработки высокообводненной нефти: а – исходный образец; ДМ б – 1 раз, в – 10 раз; КМ г – 1 раз, д – 10 раз

Все образцы характеризуются наличием промежуточного слоя, так у образцов б, в, г на рисунке 6, после нескольких секунд отстаивания в нижней части цилиндра наблюдалась коалесценция капель водонефтяной эмульсии. После чего в дисперсной фазе начали образовываться крупные прозрачные глобулы воды (несколько мм), которых окружали тонкие (десятые доли мм) темные пленки дисперсионной среды на нефтяной основе.

Изображенные на рисунке 6 структуры по своему строению были похожи на пену, так как дисперсионная среда образовывала трехмерную сетку тонких пленок нефти. В отличие от привычных пен, где дисперсионной фазой является газ, здесь фаза является жидкостью – водой. В результате чего образования (рисунок 6, б, в, г, д), полученные при исследовании, были названы, как двухжидкостные пены (рисунок 7).

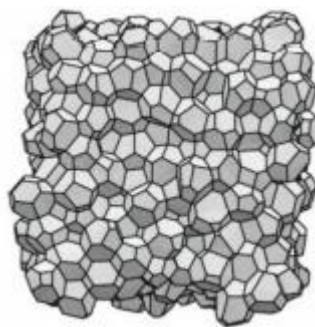


Рисунок 7 – Качественная модель структуры двухжидкостных пен [21]

На рисунке 7 представлена качественная модель структуры двухжидкостной пены. Отличительной чертой таких систем является полиэдрическая форма ячеек дисперсной фазы, которая также наблюдается и на рисунке 6 (б, г, д). В последствии структура разрушилась в результате коалесценции глобул дисперсной фазы, и появились «обрывки» темных нефтяных пленок. Структура эмульсии в, изображенная на рисунке 6, образованная в результате многократной обработки длинным магнитом способствует не разделению, а, наоборот, уплотнению и образованию более прочному промежуточному слою, который препятствует коалесценции глобул дисперсной фазы.

Результат оценки влияния магнитной обработки на процесс разделения малообводненной нефти представлен на рисунке 8.

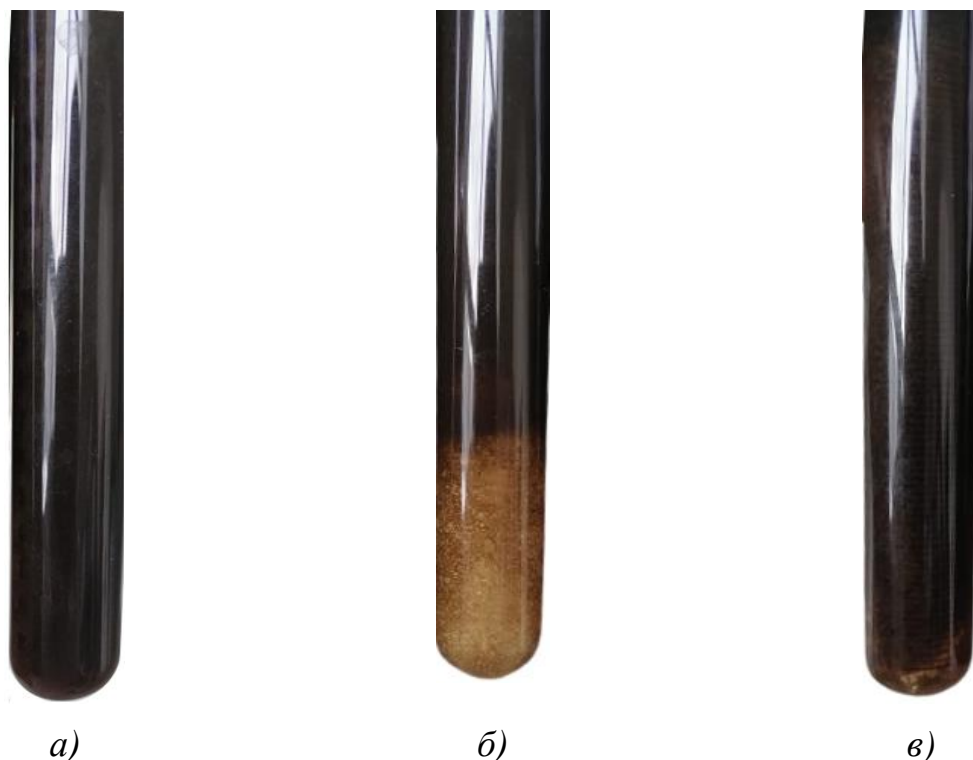


Рисунок 8 – Качественная оценка магнитной обработки малообводненной нефти: а – исходный образец; б – ДМ 1 раз, в – ДМ 1 раз + деэмульгатор + термостатирование

Из рисунка 8 видно, что разделение исходного образца при отстаивании так и не наступило. При обработке длинным магнитом также не происходит разделения, однако образуется промежуточный слой, в котором наблюдаются частички диспергированной воды в нефти. Дальнейшее комплексное воздействие на образец эмульсии в (рисунок 8) деэмульгатора (СНПХ, АО «Ниинефтепромхим») и термостатирование при температуре 65 °С в течении 40 минут после магнитной обработки малообводненной нефти способствует разделению, правда незначительному, всего 1 мл. Что доказывает эффективность действия магнитных конструкций для высокообводненных нефтей.

По окончании проведения второго варианта исследования были получены результаты, представленные ниже.

На рисунке 9 представлен количественный результат процесса разделения высокообводненной нефти ФМ после комплексного действия магнитной обработки.

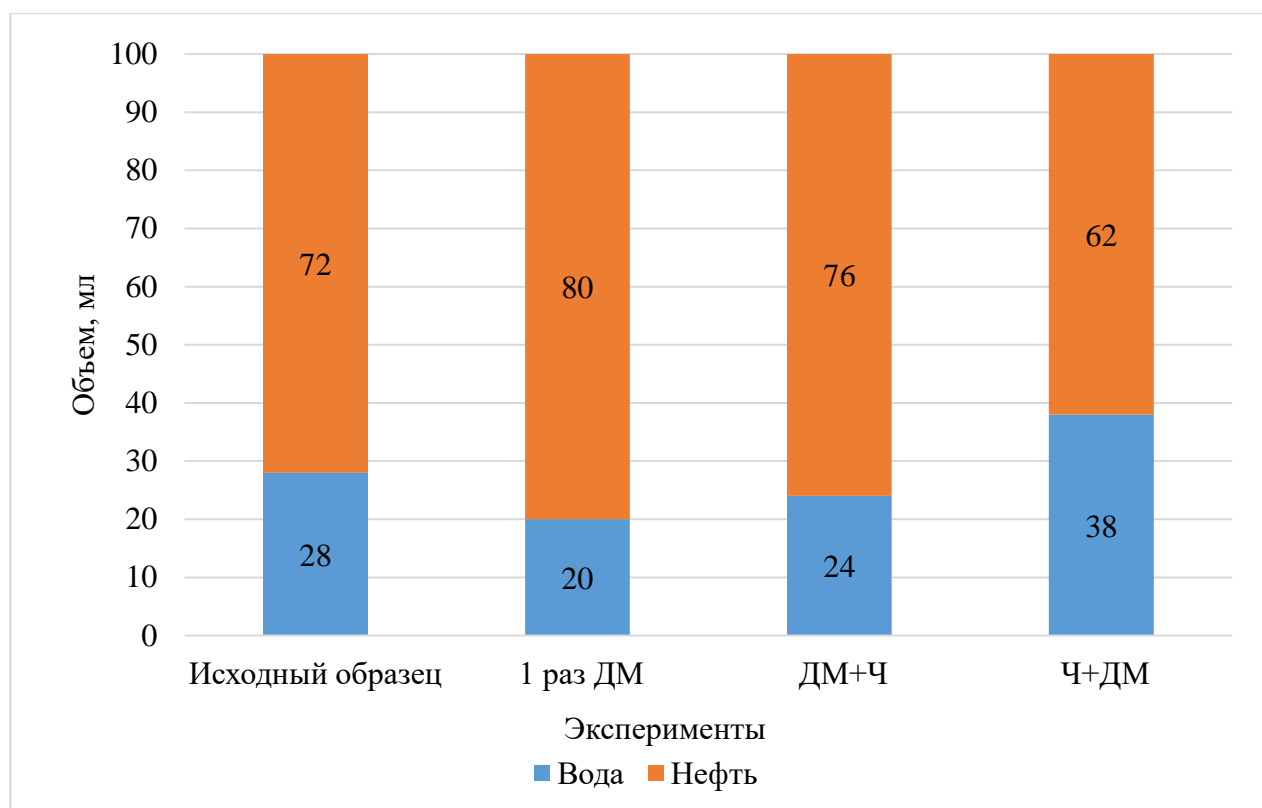


Рисунок 9 – Количественная оценка эффективности комплексного действия магнитной обработки высокообводненной нефти: ДМ – длинный магнит; Ч – наночастицы оксида железа

Полученные результаты на рисунке 9 доказывают эффективность комплексного действия магнитной обработки эмульсии. Так самое минимальное разделение наблюдается при однократной обработке длинным магнитом, объем отделившейся воды составил 20 мл. Средние результаты показали отстаивание исходного образца (28 мл) и магнитная обработка длинным магнитом с последующем внесении наночастиц оксида железа (24 мл). Максимальное разделение было достигнуто, наоборот, при первоначальном смешении частиц с эмульсией и последующей обработкой длинным магнитом. Объем, отделившейся при таком воздействии, воды составил 38 мл.

Однако при комплексной магнитной обработке высокообводненной нефти ФМ наблюдается различный характер разделения (рисунок 10).

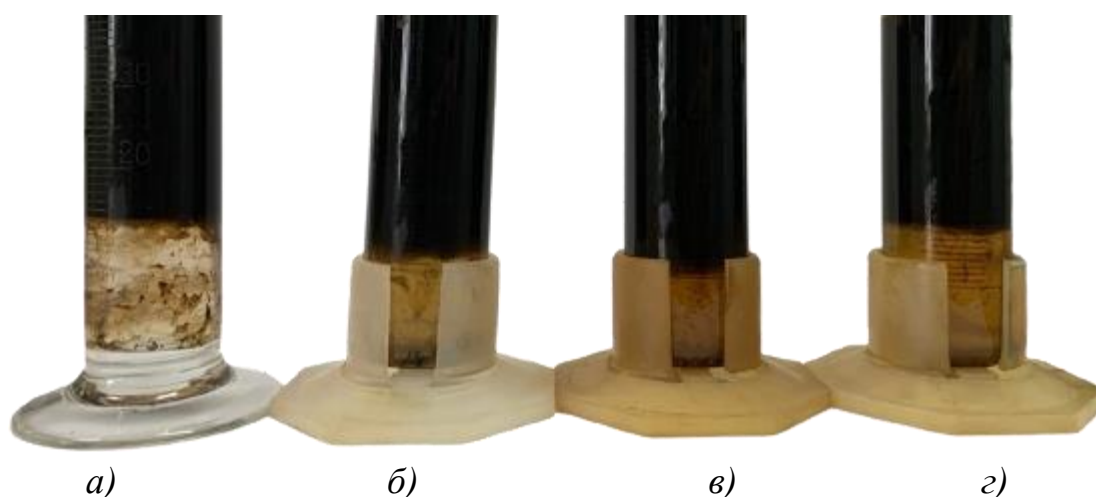


Рисунок 10 – Качественная оценка эффективности комплексного действия магнитной обработки высокообводненной нефти: а) исходный образец; б) ДМ 1 раз; в) ДМ 1 раз + Ч; д) Ч + ДМ 1 раз

Как видно из рисунка 10, наиболее прозрачное разделение наблюдается при отстаивании исходного образца (рисунок 10, а), однако присутствующие на стенках цилиндра «обрывки» темных пленок дисперсионной среды, говорят об неполном процессе разделения. Остальные образцы имеют мутный цвет, отделившейся воды, при этом наблюдается четкая границы раздела эмульсии без «обрывков». Для образцов, подвергшихся магнитной обработке, образуется межфазный слой, который имеет упорядоченную структуру, препятствующую дальнейшему смешению нефти с водой.

Результат оценки влияния комплексного действия магнитной обработки на процесс разделения малообводненной нефти представлен на рисунке 11.

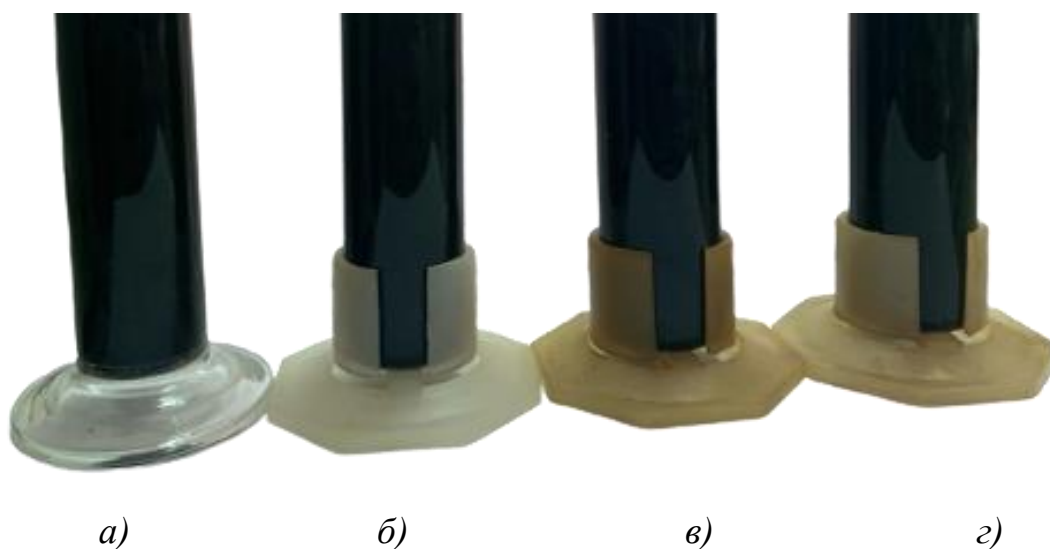


Рисунок 11 – Качественная оценка эффективности комплексного действия магнитной обработки малообводненной нефти: а) исходный образец; б) ДМ 1 раз; в) ДМ 1 раз + Ч; д) Ч + ДМ 1 раз

Полученные результаты, представленные на рисунке 11 также подтверждают неэффективность комплексного действия магнитной обработки малообводненной нефти (См. рисунок 8). При этом в каждом образце кроме исходного (рисунок 11, а) образовывались устойчивые системы, которые не разделились даже при термостатировании при температуре 65 °С. Можно предположить, что такое поведение эмульсии наблюдается из-за мелкодисперсного состояния глобул воды, и применение магнитной обработки с наночастицами оксида железа способствовало не разделению, а, наоборот, формированию более устойчивой структуры, не подлежащей дальнейшему разрушению.

На рисунке 12 представлен результат количественной оценки эффективности действия магнитной системы, состоящей из постоянного магнита с индукцией 1 Тл и наночастиц оксида железа, высокообводненной нефти ФМ после 2-х суток отстаивания.

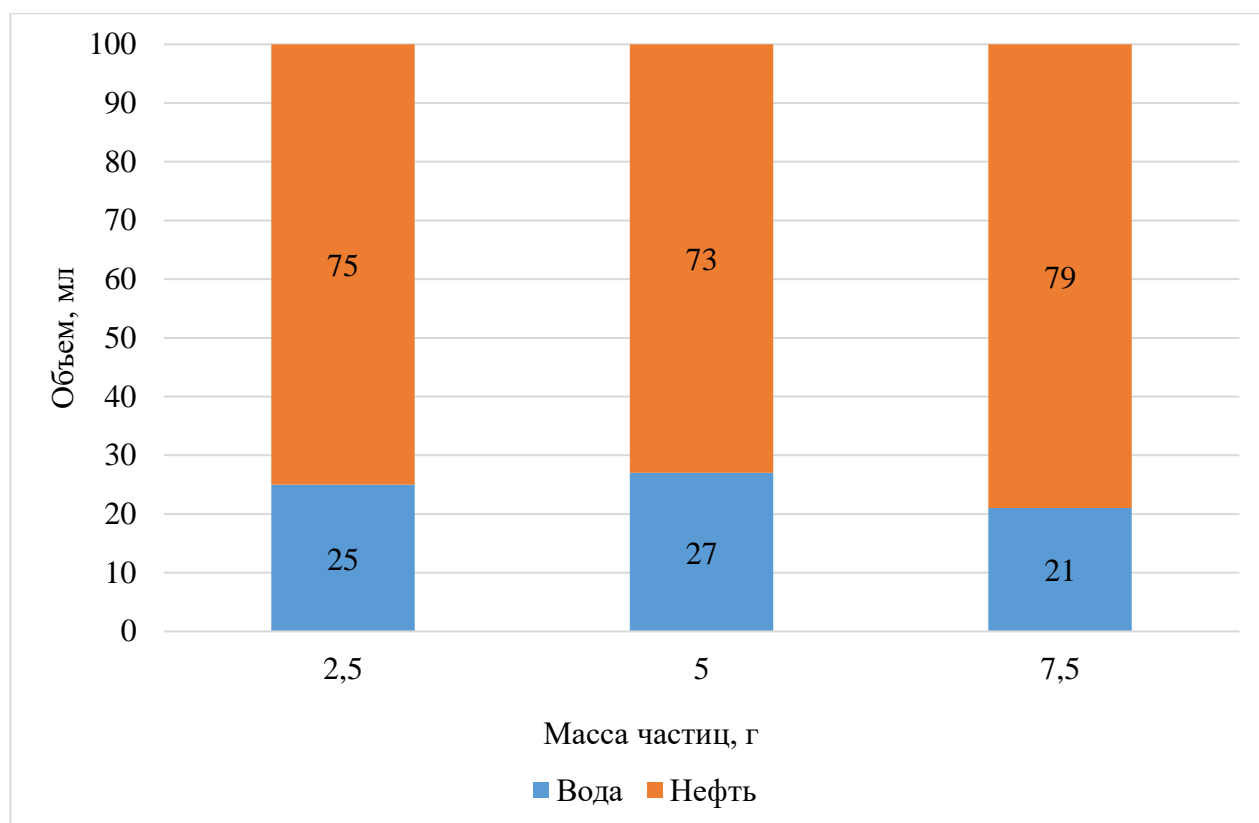


Рисунок 12 – Количественная оценка эффективности действия магнитной системы высокообводненной нефти ФМ после 2-х суток отстаивания

Результаты, представленные на рисунке 12 также подтверждают эффективность действия разделения магнитной обработки высокообводненной нефти (См. рисунок 10). Объем воды при увеличении количество наночастиц оксида железа с 2,5 г (25 мл) до 5 г (27 мл) практически не изменяется, а при 7,5 г вовсе уменьшается (21 мл). Однако при этом образуются различные промежуточные слои и наблюдается различный характер разделения (рисунок 13).

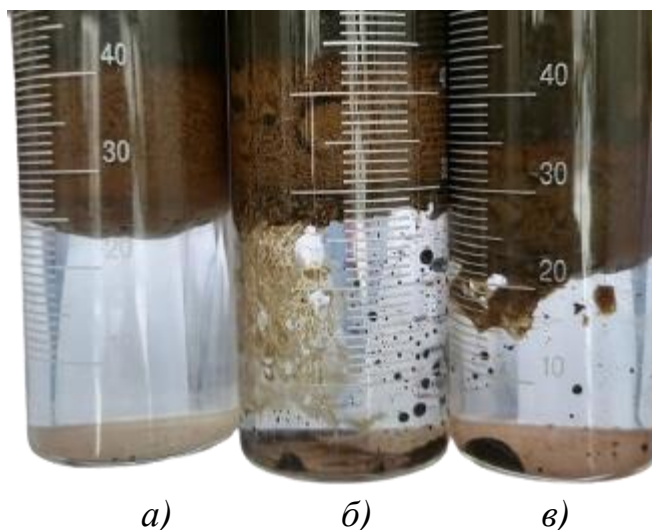


Рисунок 13 – Качественная оценка эффективности действия магнитной системы высокообводненной нефти ФМ после 2-х суток: а) 2,5 г; б) 5 г; в) 7,5 г

Как видно из рисунка 13, чистое разделение достигается при минимальном количестве наночастиц оксида железа 2,5 г. При увеличении количества частиц на стенках цилиндра присутствуют «обрывки» темных пленок дисперсионной среды, а также взвешенные капли нефти, что говорит об неполном процессе разделения. Помимо этого, для всех 3 образцов характерно наличие третьего слоя в виде рыхлой структуры, препятствующего дальнейшему смешиванию воды и нефти.

На рисунке 14 представлен результат количественной оценки эффективности действия магнитной системы высокообводненной нефти ФМ после 7-и суток отстаивания.

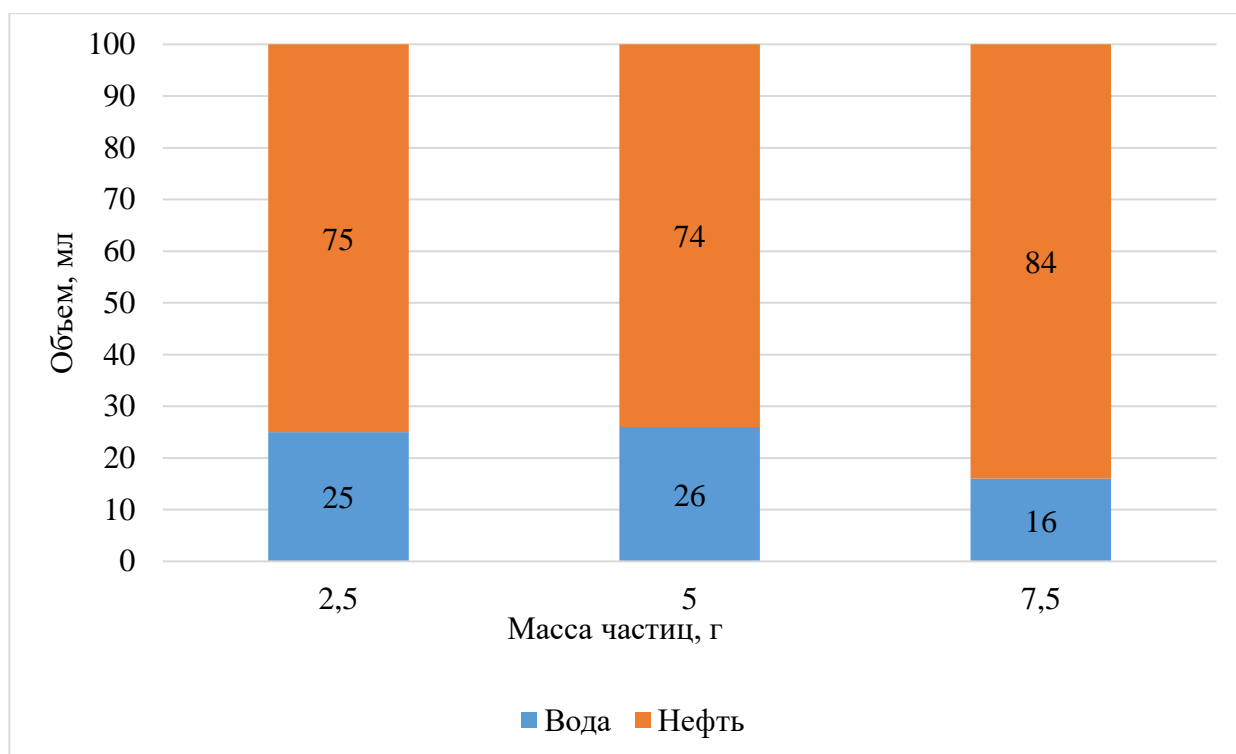


Рисунок 14 – Количественная оценка эффективности действия магнитной системы высокообводненной нефти ФМ после 7-и суток отстаивания

Результаты, представленные на рисунке 14, также подтверждают эффективность действия разделения магнитной обработки высокообводненной нефти. Объем отделившейся воды при увеличении количество наночастиц оксида железа с 2,5 г (25 мл) до 5 г (26 мл) практически не изменяется, что наблюдается после 2-х суток отстаивания, а при 7,5 г вовсе уменьшается (16 мл). При этом также образуются различные промежуточные слои и наблюдается различный характер разделения (рисунок 15).

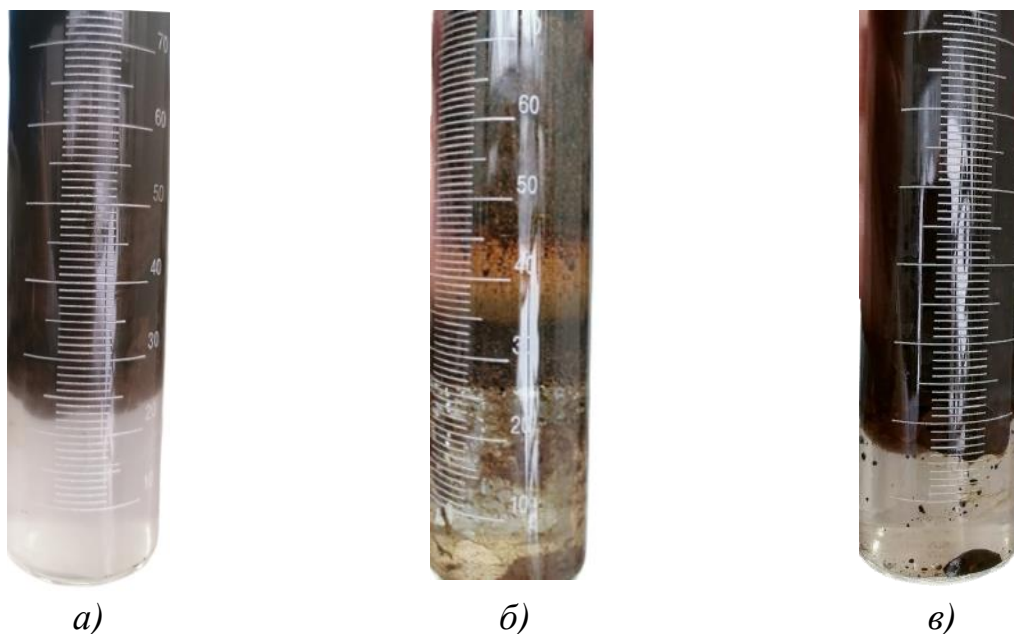


Рисунок 15 – Качественная оценка эффективности действия магнитной системы высокообводненной нефти ФМ после 7-и суток: а) 2,5 г; б) 5 г; в) 7,5 г

Как видно из рисунка 15, абсолютно чистое разделение достигается при минимальном количестве наночастиц оксида железа 2,5 г. При увеличении количества частиц до 5 г в отделившейся воде на стенках цилиндра присутствуют «обрывки» темных пленок дисперсионной среды. К тому образуется ещё один слой отделившейся воды, который имеет мутный цвет. Минимальное разделение наблюдается при максимальном количестве наночастиц оксида железа 7,5 г. Вода и нефть имеет четкую границу раздела, однако в объеме отделившейся воды присутствуют взвешенные капли нефти. Также образовавшиеся промежуточные слои у исследуемых образцов препятствуют дальнейшему смешиванию воды и нефти, обладая свойством тягучести.

На рисунке 16 представлены результаты эксперимента магнитной обработки приготовленных «эталонов» эмульсий нефти ГМ.

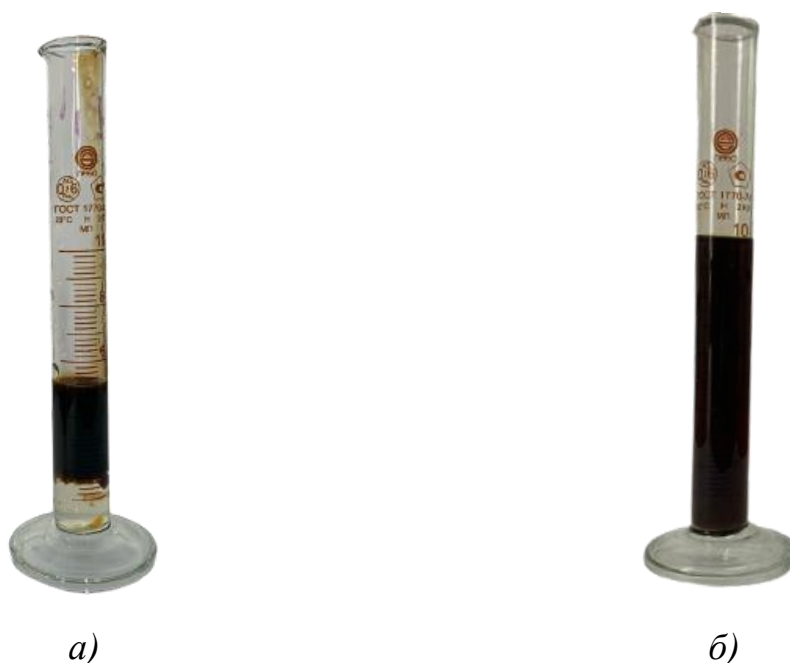


Рисунок 16 – Результаты эксперимента магнитной обработки «эталонов» эмульсий нефти ГМ: а) нефть обводненностью 30 %; б) нефть обводненностью 30 % и минерализацией 1 г

Согласно полученным результатам (рисунок 16), можно заметить, что наличие солей в эмульсии способствует её устойчивости, и наблюдаются лишь следы отделившейся воды (рисунок 16, б). А эмульсия, приготовленная без дополнительной минерализации (рисунок 16, а), доказывает эффективность процесса разделения магнитной обработкой, поскольку после обработки длинным магнитом объем отделившейся воды составил 1,9 мл, дополнительно после термостатирования отделилось ещё 1,9 мл. Суммарный объем отделившейся воды составил 3,8 мл.

На рисунке 17 представлены результаты эксперимента магнитной обработки приготовленных «эталонов» эмульсий нефти ММ с различной минерализацией.



Рисунок 17 – Результаты магнитной обработки «эталонов» эмульсий нефти ММ обводненностью 30 % с различной минерализацией: а) 0,2 г; б) 0,6 г; в) 0,9 г

Как видно из рисунка 17, с увеличением количества солей, объем отделившейся воды увеличивается: при минерализации 0,2 г – следы, при 0,6 г – 0,1 мл, при 0,9 г – 0,3 мл. Однако для 2 образцов (рисунок, б, в) характерно образование дисперсионной средой трехмерной сетки тонких жидких пленок на нефтяной основе, что свидетельствует о неполном разделении нефти и воды.

5 Концепция стартап-проекта

5.1 Название проекта

Сутью проекта является вывод продукта в области промышленной подготовки нефти на рынок, цель – разработать маркетинговый план продвижения данной разработки среди потенциальных клиентов. Внедрение данного продукта позволит повысить эффективность процесса разделения стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий с сокращением эксплуатационных расходов. Было определено название для стартап проекта: «Магнитная система для разделения стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий при подготовке нефти».

5.2 Описание продукта как результата НИР

На текущий момент наиболее распространенным методом разделения водонефтяных эмульсий является химический метод, основанный на добавлении деэмульгатора. Однако тяжелые, высоковязкие нефти, содержащие парафины и асфальто-смолистые вещества, трудно поддаются подготовке с использованием только традиционных способов нагрева и введения деэмульгаторов. В таких случаях магнитная обработка эмульсии даёт значительный эффект, ускоряя процесс сепарации газа и обезвоживания нефти.

Ключевая проблема заключается в подборе эффективного комплекса для разделения стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий.

Цель НИР – повышение эффективности процесса разделения стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий при использовании магнитов с постоянным полем.

В качестве объектов исследования были выбраны нефти месторождений Томской области.

Эффективность процесса разделения водонефтяной эмульсии изучали на магнитной установке, состоящей из высокоэнергетических постоянных

магнитов, включающих в себя редкоземельные металлы. Сущность метода заключается в количественном и качественном определении количества отделившийся воды от нефти.

Предлагаемое решение ключевой проблемы – использование магнитной установки для повышения эффективности процесса разделения эмульсий. Данная конструкция является экологически безопасной, дешевле по сравнению с применяемыми методами разделения, не требует подвода электроэнергии. К тому же использование одной магнитной установки способствует уменьшению концентрации, используемого при разделении деэмульгатора с 500 мг/т нефти до 50 – 70 мг/т нефти. Все это способствует сокращению эксплуатационных расходов.

5.3 Защита интеллектуальной собственности

Магнитная установка в будущем подлежит патентованию. По этому направлению работает определенная группа научных сотрудников ТПУ и ТГУ, роли которых распределены. В процессе разработки изучают различный порядок расположения магнитов, с целью создания нужных силовых полей для интенсификации процесса разделения воды и нефти, а также наблюдают эффективность разделения при воздействии магнитных полей на водонефтяную эмульсию. По всем направлениям ведется глубокая научная работа, и как только будет получен результат, начнется процесс оформления совместного патента.

5.4 Объем и емкость рынка

В РФ на данный момент насчитывается 2 568 месторождений нефти, большинством из них владеют 7 крупнейших нефтяных компаний, каждая из которых является потенциальным клиентом [22].

Потенциальный объем рынка:

- Предположим, что все потенциальные потребители при обезвоживании нефти (2 568 месторождений) использовали бы термический способ, заключающийся в подогреве нефтей и отстое их в резервуарах.

Фактический объём рынка:

- Свыше 90 % месторождений заводняются при добыче нефти – более 2 311 месторождений.

Доступный объём рынка:

- Месторождения Томской области – 103 месторождения.
- На одно месторождение требуется 1 установка для разделения.

Емкость рынка за период N (тыс. руб) = Численность целевой аудитории рынка (в тыс. чел.) · норма потребления товара за период N (в шт.) · средняя стоимость 1 единицы продукции на рынке (в руб.) [23].

$$N = 103 \cdot 1 \cdot 350\,000 = 36\,050\,000 \text{ руб.} = 36,05 \text{ млн. руб.}$$

На рисунке 18 представлена емкость рынка.

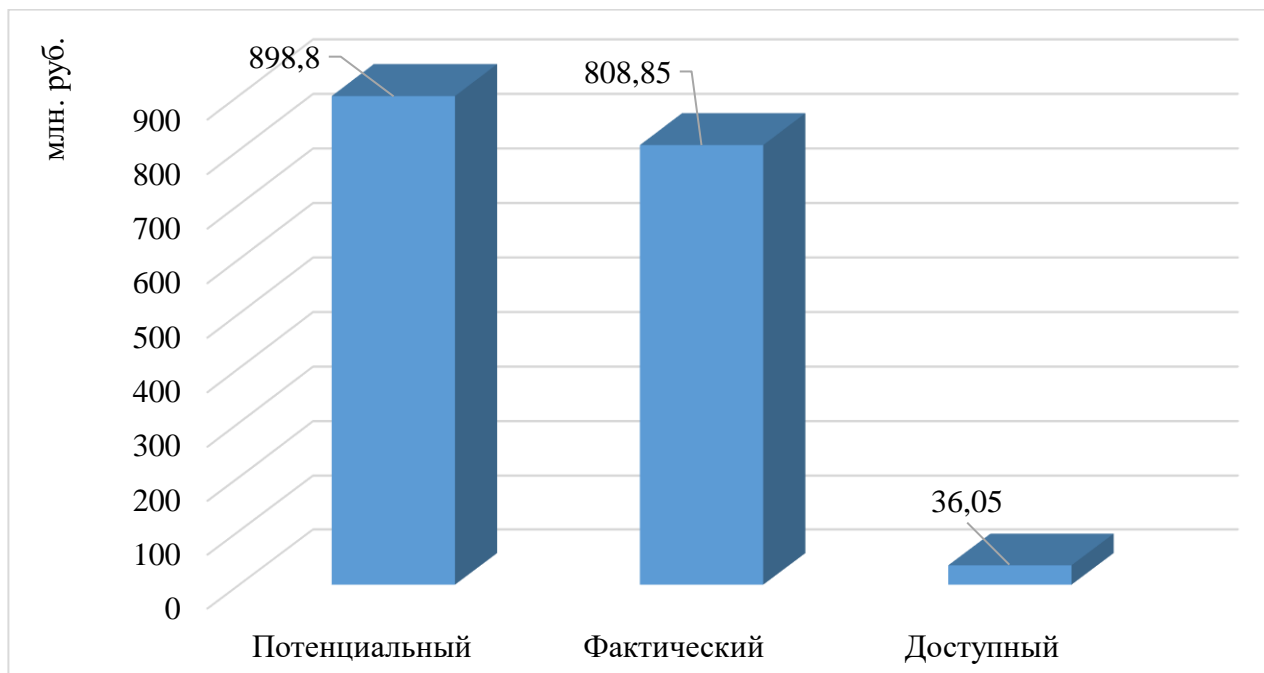


Рисунок 18 – Ёмкость рынка

Согласно графику, на рисунке 18 можно сделать вывод о том, что рынок обладает большим потенциалом роста.

5.5 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли

Поддержание стабильного уровня добычи нефти в РФ на уровне в 525 млн. т. — это заявленная цель развития отрасли в Энергетической стратегии России на период до 2035 г. [24]. В настоящее время общемировой тенденцией добычи нефти является заводнение пласта, поскольку это самый распространённый процесс разработки углеводородных залежей. В России свыше 90 % всей нефти добывают из заводняемых месторождений. Основная часть высокообводненной нефти России находится в Западной Сибири (ХМАО, ЯНАО, Омской, Курганской, Томской, частично Свердловской, Новосибирской областей, Красноярского и Алтайского краев России).

В этом регионе уже открыто порядка пятисот нефтяных, нефтегазоконденсатных и нефтегазовых месторождений, которые содержат в себе 73 процента всех разведанных на данный момент запасов российской нефти, то есть запасы Западной Сибири составляют 9,8 млрд. т. нефти, что позволит Западносибирской ресурсной провинции оставаться ведущим добывающим регионом нашей страны еще не один десяток лет.

Самым богатым нефтяным регионом Западной Сибири и России является Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО). Крупные нефтяные ресурсы сосредоточены также и в другом российском регионе — Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО).

Третьим по значимости нефтедобывающим центром России в Западной Сибири является Томская область [25].

Здесь в разработке находятся 18 из 84 разведанных месторождений нефти, которые характеризуются высоким сроком выработки и обводненностью, что влечет за собой высокие энергозатраты. Самыми крупными из которых являются Первомайское, Советское, Игольско-Таловое и Лугинецкое. Уровень средней выработанности первоначальных запасов всех уже открытых промыслов составляет примерно 30 процентов.

Стоит сказать, что объем еще не разведанных нефтяных ресурсов Томской области, по оценкам специалистов, сделанных на основании геологического прогноза, больше разведанных примерно в 1,8 раза [26]. Это позволяет сделать вывод о том, что нефтедобыча в Томской области будет продолжаться еще много лет.

5.6 Планируемая стоимость продукта

Конечная стоимость магнитной установки будет основываться чуть выше уровня себестоимости конструкции. Данный подход применяется при внедрении нового товара на рынок, в целях резкого увеличения доли рынка или в целях сохранения заданного объема продаж или стимулирования продаж.

Величина первоначальных инвестиционных затрат для данного проекта оценивалась как совокупная стоимость материальных и нематериальных инвестиционных затрат (таблица 8).

Таблица 8 – Инвестиционные затраты

Материальные затраты	Нематериальные затраты
Затраты на патентирование: 21 тыс. руб	Технологическое оборудование: 200 тыс. руб Оборотные средства: 150 тыс. руб
Итого: $21 + 200 + 150 = 371$ тыс. руб	

В состав постоянных затрат в рамках данного проекта включили: затраты на аренду производственных площадей, накладные расходы, амортизационные отчисления (таблица 9).

Таблица 9 – Постоянные и переменные затраты

Постоянные затраты		Переменные затраты	
Арендная плата	30 000 руб./мес.	Сырье и материал	211 500 руб./шт.
Накладные расходы	50 000 руб./год	Основная зарплата лаборанта	9 500 руб./шт.

Продолжение таблицы 9

Амортизационные отчисления	$200\,000/5 = 40\,000$ руб./год	Основная зарплата производственного персонала	17 500 руб./шт.
Итого (за год):	$30\,000 \cdot 12 + 50\,000 +$ $40\,000 = 450\,000$ рублей	Отчисления во внебюджетные фонды	30,2 %

В состав переменных затрат включили: стоимость сырья, материалов и комплектующих изделий, используемых при производстве, заработную плату лаборанта и производственного персонала (слесарь), страховые взносы во внебюджетные фонды (фонд пенсионного страхования, фонд социального страхования, фонд обязательного медицинского страхования), величину которых рассчитывали, как процент от начисленной заработной платы (таблица 11).

В состав переменных затрат включили затраты для производства 1 магнитной конструкции, для которой необходимо:

- 8 постоянных магнитов, включающих редкоземельные металлы;
- 1 труба среднего диаметра 152 [27];
- защитное покрытие [28].

В таблице 10 приведены затраты на 1 магнитную конструкцию. В качестве устройства для монтирования магнитов была выбрана труба 152 мм, но возможно и в трубы других диаметров. Также и количество монтируемых магнитов может варьироваться (4 – 8 шт.).

Таблица 10 – Расчет затрат на 1 магнитную конструкцию

№ п/п	Наименование затрат	Ед. изм.	Расход	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
1	Магнит	шт.	8	20 000	160 000
2	Труба 152 мм	шт.	1	50 000	50 000
3	ВУС-изоляция 159 мм	шт.	6	250	1 500
Итого:					211 500

Таблица 11 – Переменные затраты

Год	Формула расчета	Переменные затраты, рублей
1	$24 \cdot (211\,500 + 9\,500 + 17\,500 + 0,302 \cdot (9\,500 + 17\,500))$	5 919 696
2	$32 \cdot 211\,500 + 24 \cdot (9\,500 + 17\,500 + 0,302 \cdot (9\,500 + 17\,500))$	7 611 696
3	$38 \cdot 211\,500 + 24 \cdot (9\,500 + 17\,500 + 0,302 \cdot (9\,500 + 17\,500))$	8 880 696

Рассчитали производственно-сбытовые затраты по проекту, определили себестоимость в расчете на единицу продукции и по годам эксплуатационной стадии расчетного периода проекта (таблица 12).

Таблица 12 – Себестоимость

Годы реализации проекта	Прогнозируемые объемы продаж, шт.	Переменные затраты, руб/год	Постоянные затраты тыс.руб/год	Производственно-сбытовые затраты, руб. (Пер. з. + пост. з.)	Себестоимость в расчете на единицу продукции, руб.
1-й	24	246 654	450 000	6 369 696	265 404
2-й	32	237 866		8 061 696	251 928
3-й	38	233 703		9 330 696	245 544,7

Выручку от реализации продукции рассчитали, как произведение цены за единицу продукции на объем продаж в количественном выражении с учетом условий рыночной среды, представленных в описании (таблица 13).

Таблица 13 – Выручка от реализации

Год	Формула расчета	Выручка, рублей
1	$280\,000 \cdot 24$	6 720 000
2	$280\,000 \cdot 32$	8 960 000
3	$280\,000 \cdot 38$	10 640 000
Итого:	26 320 000 рублей	

В таблице 14 приведен расчет денежных потоков поступлений и выплат за весь период реализации проекта.

Таблица 14 – Расчет денежных потоков

Показатели	Расчетные периоды проекта			
	0	1	2	3
ОПЕРАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ				
Выручка, руб.		6720000	8960000	10640000
Себестоимость, в т. ч.:		6369696	8061696	9330696
Сырье и материалы, руб.		3840000	5120000	6080000
З/п производственного персонала, руб.		228000	228000	228000
З/п торгового персонала, руб.		420000	420000	420000
Отчисления во внебюджетные фонды, руб.		195696	195696	195696
Амортизационные отчисления, руб.		40000	40000	40000
Арендная плата, руб.		360000	360000	360000
Накладные расходы, руб.		50000	50000	50000
Себестоимость на единицу продукции, руб.		265404,00	251928,00	245544,63
Налогооблагаемая прибыль, руб.		350304	898304	1309304
Налог на прибыль, руб.		70060,8	179660,8	261860,8
Чистая прибыль, руб.		280243,2	718643,2	1047443,2
Денежный поток от операционной деятельности, руб.		320243,2	758643,2	1087443,2
ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ				
Стоимость оборудования, руб.	200000			
Оборотные средства, руб.	21000			
Патентование, руб.	150000			
Денежный поток от инвестиционной деятельности	-371000	0	0	0
Чистый денежный поток по двум видам деятельности, руб.	-371000	320243,2	758643,2	1087443
Кумулятивный чистый денежный поток, руб.	-371000	-50756,8	707886,4	1795330

По результатам прогноза денежных потоков проект можно оценить, как жизнеспособный. Проект полностью окупится на втором году реализации (исходя из расчета в таблице 12 знак кумулятивный чистого денежного потока сменился с минуса на плюс на втором году реализации проекта). На третьем году будет получен чистый денежный поток составил 1 087 тыс. руб.

В таблице 15 проведен расчет показателей эффективности проекта методами статической оценки.

Таблица 15 – Расчет показателей эффективности методами статистической оценки

<i>Точка безубыточности</i>	
1-ый год	$450\,000 / 12 / (280\,000 - 246\,654) = 1,12$ рублей
2-ой год	$450\,000 / 12 / (280\,000 - 237\,866) = 0,89$ рубля
3-ий год	$450\,000 / 12 / (280\,000 - 233\,703) = 0,81$ рубль
<i>Рентабельность инвестиций</i>	
1-ый год	$(6\,720\,000 - 6\,369\,696) / 371\,000 \cdot 100\% = 94,42\%$
2-ой год	$(8\,960\,000 - 8\,061\,696) / 371\,000 \cdot 100\% = 242,13\%$
3-ий год	$(10\,640\,000 - 9\,330\,696) / 371\,000 \cdot 100\% = 352,91\%$
<i>Срок окупаемости проекта</i>	
Так как срок окупаемости (РВ) рассчитывается на основании анализа денежных потоков, т. е. по году проекта, в котором накопленный денежный поток принимает положительное значение, то чистую годовую прибыль берем за 1-ый год. Тогда:	
$РВ = 371\,000 / 280\,243,2 = 1,32 \text{ лет или } 1 \text{ год } 4 \text{ месяца}$	

Так как рентабельность инвестиций за весь период реализации проекта больше нормы доходности (20 %), то инвестировать в проект целесообразно. Рентабельность производства обеспечивается не высокой стоимостью сырья, относительно небольшими текущими издержками на производство и приемлемыми доходами после выхода на плановые показатели производства. Срок окупаемости проекта составил 1 год 4 месяца. Однако данные показатели не полно характеризуют инвестиционную привлекательность проекта,

поскольку статистические методы оценки проекта не связаны с реальным движением денежных средств, а также они не учитывают реальную стоимость денег с течением времени. Для учета реальной стоимости денег с течением времени используют дисконтированный метод расчета. Метод дисконтирования денежных потоков считается универсальным, поскольку позволяет определить, чего стоят будущие доходы в настоящем времени. Потоки денег могут быть изменчивыми, прибыли сменяться убытками, их динамику далеко не всегда можно предусмотреть. Но всегда можно оценить приобретаемую собственность с точки зрения приобретаемых сегодня преимуществ, которые она может дать в будущем.

В таблице 16 приведён расчет показателей эффективности проекта дисконтированным методом. Ставку дисконтирования приняли равной 20 %.

Таблица 16 – Расчет показателей эффективности дисконтированным методом

NPV	
1-ый год	$280\,243,2 / (1 + 0,2)^1 = 233\,536$ рублей
2-ой год	$718\,643,2 / (1 + 0,2)^2 = 499\,057,8$ рублей
3-ий год	$1\,047\,443,2 / (1 + 0,2)^3 = 606\,159,3$ рублей
$\sum_{i=1}^N DP_i = 233\,536 + 499\,057,8 + 606\,159,3 = 1\,338\,753$ рубля $NPV = \sum_{i=1}^N DP_i - I_0 = 1\,338\,753 - 371\,000 = 967\,753$ рубля	
PI	
$\sum_{i=1}^N DP_i = 233\,536 + 499\,057,8 + 606\,159,3 = 1\,338\,753$ рубля $PI = 1\,338\,753 / 371\,000 = 3,61$	
IRR	
121 %	
DPP	
$\sum_{i=1}^N DP_i = 233\,536 + 499\,057,8 + 606\,159,3 = 1\,338\,753$ рубля $DPP_{сг} = \frac{\sum_{i=1}^N DP_i}{N} = 1\,338\,753 / 3 = 446\,251$ рубль $DPP = 371\,000 / 446\,251 = 1,83$ лет или 1 год 10 месяцев	

Исходя из полученных показателей эффективности проекта (таблица 9), можно сделать вывод, что данный проект выгодный, так как на каждом этапе его

оценки получены значения, характеризующие положительную эффективность. Так $NPV = 967\,753$ рублей, показатель положительный, следовательно, инвестиции оправдались. Индекс рентабельности инвестиций PI , показывает целесообразность инвестиционного проекта, поскольку $PI = 3,61$, и $PI > 1$ – это означает, что инвестиционный проект рентабельный и его можно принять к рассмотрению. IRR – показатель, который характеризует доходность инвестиционного проекта, поскольку $IRR = 121\%$, больше RT (ставки дисконтирования = 20%), то ожидается прибыль. DPP означает время, за которое вернутся вложенные средства с учетом инфляции, данный показатель составил 1,83 лет или 1 год 10 месяцев. Таким образом, инвестиции в проект окупятся в течение 1 года 10 месяцев, после этого проект начнет приносить стабильный доход.

5.7 Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами

Существуют различные установки по разделению водонефтяных эмульсий, все они основаны на выборе принципа, с помощью которого разрушается устойчивая водонефтяная эмульсия. Основными методами являются: механические; термические; химические; электрические.

В целях сравнения конкурентных технических решений приведем оценочную карту, вычислим коэффициенты конкурентоспособности (таблица 17).

Таблица 17 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	Б _{к3}	К _ф	К _{ф1}	К _{ф2}	К _{ф3}
1. Эффективность	0,23	5	5	5	4	1,15	1,15	1,15	0,92
2. Простота эксплуатации	0,1	5	3	4	4	0,5	0,3	0,4	0,4

Продолжение таблицы 17

3. Безопасность	0,2	5	5	4	3	1	1	0,8	0,6
4. Экологичность	0,15	5	5	3	3	0,75	0,75	0,45	0,45
5. Универсальность	0,15	3	4	5	3	0,45	0,6	0,75	0,45
6. Цена	0,1	5	4	3	4	0,5	0,4	0,3	0,4
7. Наличие сертификации разработки	0,07	5	5	5	6	0,35	0,35	0,35	0,42
Итого:	1					4,7	4,55	4,2	3,64

В таблице 17 условно обозначены баллы и конкурентоспособность:

B_{ϕ}, K_{ϕ} – разрабатываемое решение;

$B_{\phi 1}, K_{\phi 1}$ – конкурентное решение – механические методы;

$B_{\phi 2}, K_{\phi 2}$ – конкурентное решение – термические методы;

$B_{\phi 3}, K_{\phi 3}$ – конкурентное решение – электрические методы.

Веса показателей в сумме составляют 1. Баллы по каждому показателю оцениваются по пятибалльной шкале. Конкурентоспособность конкурента K :

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где: B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Были выбраны данные методы [29], т.к. они являются одними из наиболее часто применяемых. В данном случае не рассматривался химический метод, поскольку его используют повсеместно в совокупности со другими методами, как и в нашем случае, снижая количество закачиваемого деэмульгатора.

Критерии оценки и их веса определялись в соответствии с требованиями, предъявляемым к деэмульгаторам.

Анализируя данные оценочной карты, можно сделать вывод о том, что разрабатываемое решение конкурентоспособно, имея при этом главные требуемые технические характеристики с более высокими показателями или на уровне конкурентов. Данная карта помогает оценить возможности технических

решений конкурентов и собственного и увеличить возможность развития продукта, выхода его на рынок и продвижения.

В таблице 18 приведен анализ потенциальных конкурентов, предоставляющих похожую продукцию.

Таблица 18 – Анализ конкурентов

Конкурент	Ресурс/Сильные стороны	УТП	Стратегия	Занятые ЦА	Слабые стороны/ Уязвимости
ИНКОМП-НЕФТЬ [30]	<ul style="list-style-type: none"> - препятствуют отложениям парафинов; - обеспечивают разрушение эмульсий, снижение коррозионной активности жидкости; - выпускаются для трубопроводов диаметром 108, 159, 215, 325, 377, 425 мм. 	Установки типа УМП предназначены для обработки жидкости постоянным, переменным, импульсным магнитным полем.	Компания разрабатывает технические средства и технологии, направленные на предотвращение осложнений в нефтедобыче и ликвидацию их последствий. Значительный опыт также накоплен компанией в разработке и внедрении аппаратов магнитной обработки жидкости и газа.	<ul style="list-style-type: none"> - нефтедобывающие компании (государственные) - нефтедобывающие компании (частные) 	<ul style="list-style-type: none"> - ограниченные условия работы - относительно небольшой срок службы
ООО ПО «Химсталькомплект» [31]	<ul style="list-style-type: none"> - уменьшают скорость коррозии трубопроводов более чем в 2 раза; - уменьшают отложения АСПО на стенках труб; - увеличивают межочистной период работы скважины. 	Установки предназначены для обработки нефти постоянным магнитным полем.	Компания производит не стандартизированное и емкостное оборудование. Выполняя при этом заказы различной сложности: от выпуска партии серийного оборудования, до разработки отдельных мелких узлов по заданиям Заказчика. Осуществляет, весь	<ul style="list-style-type: none"> - нефтедобывающие компании (государственные) - нефтедобывающие компании (частные) 	<ul style="list-style-type: none"> - ограниченные условия работы - относительно небольшой срок службы

			<p>процесс изготовления: от создания проекта с привлечением, если это необходимо, специалистов проектных институтов соответствующего профиля, до проведения монтажа.</p>		
--	--	--	--	--	--

5.8 Целевых сегменты потребителей создаваемого продукта

Сферы рынка, где могут использовать магнитную установку, на основе сплава самарий-кобальт.

Нефтедобыча – магнитные элементы вдоль трубопровода повышают экологичность производства, позволяют создать технологический цикл замкнутого типа по разделению стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий.

Электротехника – практическое применение постоянных магнитов при производстве электродвигателей, генераторов, стартеров, электромеханических приборов.

Электроника – при производстве акустических систем, тормозных системы, систем магнитной сепарации, подъемных систем, спутниковых систем электронных усилителей сигналов, приводов жестких дисков компьютеров, датчиков перемещения, тралов, мототехники, бензопил, лодочных моторов, мотоциклов, снегоходов, ламп бегущей волны, линейных приводов.

Также магниты на основе самарий-кобальт используют в военной и космической промышленности. При производстве продукции стратегического и военного характера, где требуется особая надежность и стабильность, магниты на основе самария являются просто незаменимыми.

При разработке стратегии на первом этапе рассматриваем только нефтяную отрасль, в дальнейшем планируется проработать другие вышеперечисленные рынки.

В таблице 19 приведено описание типажей целевой аудитории.

Таблица 19 – Типажи целевой аудитории

Типаж ЦА	Описание типажа	Мотив	Критерий выбора
Государственные нефтедобывающие компании	Государственные компании, занимающиеся добычей нефти	Экономика страны	- стоимость; - срок эксплуатации; - период обслуживания; - стабильность; - надежность.

Продолжение таблицы 19

Частные нефтедобывающие компании	Частные компании, занимающиеся добычей нефти	Получение прибыли	<ul style="list-style-type: none"> - стоимость; - срок эксплуатации; - период обслуживания; - изменчивость; - надежность.
--	---	----------------------	--

5.9 Бизнес-модель проекта. Производственный план и план продаж

Одним из наиболее удобных и эффективных инструментов управления предпринимательской деятельностью является бизнес-модель, созданная известным предпринимателем и новатором в сфере бизнес-моделирования Александром Остервальдером. Разработка Остервальдера представляет собой схему, которая позволяет увидеть перед собой полную модель бизнеса и проанализировать ее.

Данная разработка включает в себя девять блоков, представляющих собой важные части организации: сегменты потребителей; ключевые ценности организации; каналы, через которые осуществляется поставка; взаимоотношения с различными сегментами клиентов; потоки доходов организации; ключевые ресурсы для создания ключевых ценностей; ключевые действия для максимально эффективной работы; ключевые партнеры и поставщики организации; структура расходов предприятия.

Для успешной реализации проекта выработка бизнес-модели является ключевой, особенно для описания бизнес плана и дальнейшего продвижения на рынке.

Потребительские сегменты – в данном кубе выделяют те компании, которые будут покупать разрабатываемый продукт. Сегментов может быть несколько, но на первом этапе рассматриваем только нефтяную отрасль.

Ключевой вид деятельности – подбор эффективного комплекса для разделения стойких и аномальностойких водонефтяных эмульсий.

Ценностное предложение – это отличительное свойство, почему компании будут покупать разрабатываемое устройство. Для магнитной

установки, включающей редкоземельные металлы – это её экологичность, сокращению расходов на дезмульгатор и низкая цена.

Ресурсы позволяют компании производить и доносить до потребителя ценностные предложения, поддерживать связи с потребителями и получать прибыль. Компания может быть собственником ресурсов, арендовать или покупать их у партнёров. Учитывая доступность лаборатории Томского политехнического университета и простоту изготовления магнитной установки, не потребуется арендовать помещение и закупать дополнительное оборудование, поэтому ключевыми ресурсами являются: материальные (сырьё) и персонал.

К ключевым партнерам относятся поставщики материала, т.е. компании, производящие постоянные магниты, включающие редкоземельные металлы, трубы.

Отношения с клиентами и каналы сбыта. На первой стадии бизнеса для выхода на рынок и привлечения клиентов планируется предложить компаниям бесплатно протестировать магнитную установку, тем самым продемонстрировать её действие и свойства.

Потоки доходов. Планируется получать прибыль от продажи продукции нефтедобывающим и нефтехимическим компаниям.

Далее в таблице 20 построена бизнес-модель по А.Остервальдеру и И.Пинье. Также в таблице 21 приведена оценка рисков при производстве магнитной установки.

Таблица 20 – Бизнес-модель проекта по А.Остервальдеру и И.Пинье

<p><i>Ключевые партнеры</i></p> <p>Стратегическое сотрудничество со следующими партнерами: поставщиками материалов (постоянных магнитов) для изготовления магнитной установки.</p>	<p><i>Ключевые виды деятельности</i></p> <p>Производство. Изготовление магнитной установки – готовый продукт.</p> <p>Разрешение проблем. Решение проблемы по разделению стойких и аномально стойких водонефтяных эмульсий.</p> <p><i>Ключевые ресурсы</i></p> <p>Материальные ресурсы – постоянные магниты, включающие редкоземельные металлы; персонал.</p>	<p><i>Ценностные предложения</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Относительная новизна. 2. Экологичность технологии. 3. Низкая цена. 4. Сокращение расходов и повышение производительности – минимум остановок в работе оборудования, стабильное качество разделение, уменьшение количества деэмульгатора. 5. Экономичность при производстве. 6. Простота эксплуатации. 7. Минимальное обслуживание. 8. Срок эксплуатации минимум 10 лет. 9. Предусмотрена система рассрочки. 	<p><i>Взаимоотношения с клиентами</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постоянная консультационная поддержка клиентов. 2. Возможность тестирования продукции. <p><i>Каналы сбыта</i></p> <p>Торговые площадки.</p> <p>Продажи через специализированные выставки.</p> <p>Личные коммуникации.</p>	<p><i>Потребительские сегменты</i></p> <p>Выделены следующие сегменты:</p> <p>Нефтяные компании.</p>
<p><i>Структура издержек</i></p> <p>Переменные издержки – расходные материалы для изготовления продукта, доставка готовой продукции, затраты на электроэнергию.</p> <p>Постоянные издержки – платежи за аренду, амортизационные отчисления, заработная плата сотрудникам.</p>		<p><i>Потоки поступления доходов</i></p> <p>Регулярный доход от периодических платежей, получаемых от нефтяных предприятий.</p>		

Таблица 21 – Идентификация рисков производства магнитной установки

Идентификация рисков		Описание ущерба	Разработка и ориентировочная оценка мер по борьбе с риском
Выявление	Причина возникновения риска		
Неправильное использование и поломка оборудования	Вследствие применения устройства при низкой обводненности водонефтяных эмульсий	Не разделение водонефтяных эмульсий	Предусмотрен выезд сотрудника организации, поиск причин и замены на новую установку. Возврат устройства в течении 14 дней со дня покупки.
Риск не найти достаточного количества покупателей продукции	Недостаточная реклама, завышенные цены	Невозможность реализации части продукции, что влечет потерю выручки	Реклама продукции на специализированных сайтах и создание своего сайта. Участие в специализированных выставках. Нанимаем менеджеров по маркетингу, которые отвечают за поиск клиентов.
Потеря клиентов	Вхождение на рынок крупного российского или зарубежного игрока	Падение спроса, а значит, падение продаж и, как следствие, падение выручки	Налаживание дополнительных связей (этим занят менеджер по продажам).
Падение спроса на продукцию	Возможно вследствие уменьшения обводненности нефтяных залежей. Также вследствие появления дополнительных конкурентов	Потеря выручки (прибыли) вследствие нереализации продукции	Выход на новые рынки, поиск новых клиентов.

5.10 Стратегия продвижения продукта на рынок

Положительной стороной для продвижения данной продукции на рынок является её направленность на определенные компании, поэтому мы можем вычислить всех клиентов и работать конкретно с ними.

На первой стадии бизнеса для выхода на рынок, привлечения клиентов и демонстрации продукции планируется предложить крупным компаниям, мнение которых ценится на рынке, бесплатно оттестировать магнитную установку на своём производстве с целью получения отзыва о продукции [32]. Предложение пробных версий потенциальным потребителям позволит зарекомендовать продукт в крупных компаниях, а составленный и опубликованный ими отзыв вызовет доверие у других потенциальных клиентов.

Продвижение принципиально новой продукции должно сопровождаться информационной поддержкой продаж. В каждой компании есть отдел научных разработок, который занимается поиском и внедрением новых технических решений. Поэтому параллельным этапом продвижения магнитной установки на рынок будет формирование информационного фонда. Основа этого фонда – статьи в журналах о нефтяной отрасли. Их нужно писать так, чтобы они не выглядели как рекламные. Лучше, если они будут восприниматься как журналистские или научные: это в разы повышает доверие.

Так как отрасль наукоемкая, положительное влияние на продвижение продукта окажут научные публикации в профильных журналах, участие в специальных профессиональных выставках для поиска партнеров. Предполагается принимать участие в выставках и конференциях инновационного центра «Сколково», Санкт-Петербургского международного научно-образовательного салона; в выставочно-ярмарочных мероприятиях международного уровня, таких как [33]: Российский промышленник (Россия), Asian Downstream Summit (Сингапур), International Technical Fair Plovdiv (Болгария), Белорусский промышленно-инновационный форум (Беларусь), Expo Dubai (ОАЭ), Taiwan Innotech Expo (TIE) (Тайвань), iENA (Германия),

Technologia (Финляндия), Greater Bay Expo (Китай), ITEX (Малайзия). Участие в данных мероприятиях позволит расширить клиентскую базу и повышать продажи, конкурентоспособность, обеспечивать позитивное восприятие компании, увеличивать репутационный капитал. К тому же некоторые выставки позволят прямо на месте заключить выгодные контракты, развить партнерские отношения и усилить лояльность существующих клиентов по всему миру.

Необходимо предусмотреть систему обзвона потенциальных клиентов. Для этого нужно выходить на нужные отделы, где сотрудники принимают соответствующие решения о покупках, встречах. В случае положительного ответа приносить образцы, подготовив буклеты, визитки, сопутствующую печатную продукцию, чтобы лучше ознакомиться с нашей продукцией.

Представление продукта в сети так же необходимо. Традиционно это можно сделать на сайте компании, возможно использование других, альтернативных способов позиционирования разработки для удобного и оперативного общения с клиентами.

Для того, чтобы компании узнавали нас, был создан логотип производства нашего устройства (рисунок 19).



Рисунок 19 – Логотип

Логотип представляет собой композицию, состоящую из изображения в виде круга, с включенными заглавными буквами названия устройства, и надписи: «Магнитная система», расположенной на белом фоне. Основным цветом был выбран насыщенный синий – технологичный и довольно сложный цвет. В виду того, что синяя палитра ассоциируется с разработкой новой техники и оборудования, научными исследованиями в мире электроники и приборостроения. Также выбор синего цвета объясняется желанием снять эмоциональное напряжение у людей, которые испытывают стресс из-за появления новых технологий.

6 Социальная ответственность

Обводненность нефтяных месторождений особо актуальна в последние два десятилетия, поскольку на некоторых месторождениях содержание воды в нефти достигает 80 – 90 %. В свою очередь это сказывается на затратах, которые связаны с дополнительными расходами на разделение эксплуатационных водонефтяных эмульсий. К тому же сложность процесса их разделения заключается в различной устойчивости эмульсий.

Область применения данного исследования с глобальной стороны затрагивает промысловую подготовку нефти Российской Федерации, нуждающуюся в усовершенствовании имеющихся методов подготовки с целью получения большей прибыли и улучшения экологии в стране.

Объектами исследования являются нефти месторождений Томской области.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности является одним из национальных приоритетов в целях сохранения человеческого капитала, что неразрывно связано с решением задач по улучшению условий и охраны труда, промышленной и экологической безопасности. Российское трудовое законодательство включает совокупность норм, целью которых является обеспечение безопасных для жизни и здоровья работников условия труда. В соответствии с п. 3 ст. 37 Конституции РФ, «каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены» [34].

6.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Согласно Трудовому Кодексу Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019) каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра.

Согласно ТК РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ Глава 21:

- работник, занятый на тяжелых работах, работах с вредными или опасными и иными особыми условиями труда, имеет право получать повышенную ставку оплаты труда.

Рабочее место сотрудника аудитории 129, 2 корпуса ТПУ соответствует требованиям согласно ГОСТ 12.2.032-78.

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Выполнение данной исследовательской работы производилось в химической лаборатории аудитории 129 корпуса № 2 отделения химической инженерии Томского политехнического университета, в соответствии с методическими рекомендациями ПНД Ф 12.13.1-03 [35], регулирующими работу в химических лабораториях. Лаборатория оборудована вентиляцией, водоснабжением и канализацией. Полы выполнены из жаростойкой и гидрофобной керамогранитной плитки. Лабораторные столы имеют гладкие 80 поверхности из материалов, не сорбирующих вредные вещества, и легко поддаются очистке.

Работа с вредными и легколетучими веществами производится в вытяжных шкафах, обеспечивающих изоляцию работающих от опасной среды. Помещение хорошо освещено как дневным, так и искусственным светом. В условиях химических лабораторий в задачи производственной санитарии входит предупреждение профессиональных отравлений, предотвращение воздействия на работающих ядовитых и раздражающих веществ, производственной пыли, шума и других вредных факторов, определение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе производственных помещений, разработка и эксплуатация средств индивидуальной защиты, системы вентиляции, отопления и рационального освещения [36].

6.2 Производственная безопасность

В данном подразделе проанализированы вредные и опасные факторы, которые могут возникать при исследовании нефти месторождений Томской области в лабораторных условиях.

6.2.1 Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды

В ГОСТе 12.0.003-2015 [37] описывается состояние условий с позиции безопасности труда, а именно определение вредных и опасных производственных факторов, которые участвуют при выполнении работ по обеспечению безопасных условий. В таблице 22 представлены те факторы, которые участвуют при проведении данного исследования.

Таблица 22 – Возможные вредные и опасные факторы

Измеряемый параметр	Этап работ			Нормативные документы
	Разработка	Исследование	Эксплуатация	
1	2	3	4	5
Неудовлетворительный микроклимат		+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности»
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
Электроопасность	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»
Повышенный уровень напряженность электростатического и электромагнитного полей	+	+	+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

Продолжение таблицы 22

Пожаровзрывоопасность на объектах		+	+	ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность»
Наличие взрывоопасных и токсичных веществ		+	+	ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»

6.2.1.1 Неудовлетворительный микроклимат

В процессе труда в производственном помещении человек находится под влиянием определенных метеорологических условий, или микроклимата – климата внутренней среды этих помещений. В качестве отклонений могут выступать климатические условия снаружи помещения в зависимости от времени года, отключение отопления и неэффективная работа вентиляции.

Метеоусловия производственной среды регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96, согласно которому температура воздуха в лаборатории поддерживается: в холодный период 21 – 23 °С; в теплый период 22 – 24 °С. Влажность воздуха не должна превышать 60 – 40 %, скорость движения воздуха 0,1 м/с [38]. В таблице 23 приведены оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Таблица 23 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Хол.	21-23	20-24	40-60	0,1
Тепл.	22-24	21-25	40-60	0,1

В лаборатории создание микроклимата обеспечивается работой форточек, дверей, приточной вытяжной вентиляцией. Летом помещения

проветриваются с помощью вентиляторов. В зимнее время помещения нагревают центральным отоплением.

Согласно [38] микроклимат аудитории 129, 2 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

6.2.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

В качестве шума принимают упругие колебания, распространяющиеся в среде. Шум оказывает раздражающее воздействие на работника, а именно повышается утомляемость, снижается внимание и сосредоточенность. Ряд этих воздействий может привести к ряду ошибок, а также увеличение времени выполнения задания.

Нарушение слуха приводит к появлению профессиональных заболеваний и может привести к летальному исходу. Различают три вида шумов: механический, аэрогидродинамический, гидродинамический шум и шумы электромагнитного происхождения.

При работе с ЭВМ в аудитории 129, 2 корпуса ТПУ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

По данным [39] в лабораторных помещениях максимальный уровень шума 75 дБа. В таблице 24 приведен допустимый уровень шума в лабораторных помещениях.

Таблица 24 – Допустимый уровень шума в лабораторных помещениях

	Уровни звукового давления, дБА, в октановых полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, дБа
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Лабораторный помещения	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

В качестве средств индивидуальной защиты для органов слуха от шума и вибрации применяются наушники, беруши.

Наушники понижают негативное воздействие в диапазоне от 7 до 38 дБ с частотой от 125 до 8 000 Гц.

Согласно [39] уровень шума в аудитории 129, 2 корпуса ТПУ не более 75 дБА и соответствует нормам.

6.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

При неправильном освещении ухудшается производительность труда и качество выполняемой работы, понижается безопасность труда и повышается травматизм на производстве. Конечно, недостаток света сам по себе не может вызывать несчастные случаи, но может способствовать их возникновению. Например, при нехватке света человек нагибается ближе к объекту исследования и может получить повреждение лица и глаз. Также может возникать тень из-за которой теряется внимательность и может способствовать возникновению травматизма.

Различают три вида освещения: искусственный, естественный и совмещенный.

Для естественного освещения рассчитываю коэффициент естественной освещенности (КЕО), который зависит от времени года, которые обуславливаются световым климатом.

$$КЕО = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} \cdot 100 \%,$$

где: $E_{вн}$ – освещенность в данной точке помещения;

$E_{нар}$ – освещенность под открытым небом.

В соответствии с санитарными нормами и правилами величина КЕО при верхнем комбинированном естественном освещении должна быть равна 4 %, а при боковом – 1,5 % [40].

Искусственное освещение создаётся с помощью светильников. Различают общее, местное или комбинированное. Общее необходимо для освещения всего производственного помещения. Местное дополняет общее и концентрирует дополнительный световой поток на рабочих местах. Сочетание местного и общего освещения называют комбинированным. В таблице 25 приведена норма

освещенности на рабочем месте производственных помещений при искусственных источниках света.

Таблица 25 – Норма освещенности на рабочем месте производственных помещений при искусственных источниках света

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения,мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совместное освещение	
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта URG и коэффициента пульсации		KEO, %			
						При системе комбинированного освещения		При стсеме общего освещения	URG, не более	K, %, не более	При верхнем или комбинированном	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном	При боковом освещении
Всего	В том числе от общего													
Маслой точности	св.1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	25	20	3,0	1,0	1,8	0,6
			б	Малый Средний	Средний Темный	-	-	200	25	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	-	-	200	25	20				
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	-	-	200	25	20				

В аудитории 129, 2 корпуса ТПУ где проводилось исследование комбинированная система освещения. Согласно [40] освещенность соответствует допустимым нормам.

6.2.1.4 Электроопасность

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 129, 2 корпуса ТПУ, оборудование оснащено защитным заземлением, занулением. По опасности поражения электрическим током помещение 129, 2 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18 – 20 °С, с влажностью 40 – 50 %) [41].

Основным нормативным документом, устанавливающим требования по электробезопасности, является ГОСТ 12.1.038-82 [41].

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются [41]:

- несоответствие электроустановок, средств защиты и приспособлений требованиям безопасности и условиям применения;
- дефекты устройства электроустановок и защитных средств (дефекты конструирования, изготовления, монтажа, ремонта);
- неисправности электроустановок и защитных средств, возникшие в процессе эксплуатации;
- несоответствие типа электроустановки и защитных средств условиям применения;
- использование защитных средств с истекшим сроком периодических испытаний.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются [41]:

- защитное заземление;
- защитное зануление;
- защитное отключение;
- электрическое разделение сети;
- малое напряжение;
- электрозащитные средства;
- уравнивание потенциалов;
- двойная изоляция;
- предупредительная сигнализация;
- блокировка;
- знаки безопасности.

Основными организационным мероприятиям являются [41]:

- соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей;

- изоляция токопроводимых частей;
- применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;
- использование предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;
- применение устройств для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений;
- использование средств защиты и приспособлений (огородительные устройства, изолирующие устройства, устройства защитного заземления и зануления, молниеотводы и и т.д).

6.2.1.5 Повышенный уровень напряженности электростатического и электромагнитного полей

Одним из наиболее вредных факторов является электромагнитное поле (ЭМП), которое при превышении допустимых уровней оказывает вредное влияние на нервную, иммунную, эндокринную системы человека. Наиболее подвержены влиянию ЭМП кровеносная система, головной мозг, глаза, иммунная и половая системы. Кроме того, нарушается работа нервной системы, ослабевает память, повышается утомляемость, нарушается режим сна.

Допустимые уровни ЭМП в аудитории 129, 2 корпуса ТПУ, создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений [42], представленных в таблице 26.

Таблица 26 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП на рабочем месте в аудитории 129, 2 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 5.2. соответствуют нормам [42].

6.2.1.6 Пожаровзрывоопасность на объектах

Работа с нефтепродуктами и растворителями является пожароопасной. Для того, чтобы предотвратить несчастный случай нужно исключить скопление паров, газов и жидких нефтепродуктов с помощью вентиляции и своевременной уборки разлитого нефтепродукта. Так же легковосполменяющиеся жидкости (ЛВЖ) нельзя нагревать на открыто огне и располагать тару с ЛВЖ вблизи открытого огня. Согласно ГОСТ 12.1.004-91 [43] при возникновении пожара необходимо принять меры по его тушению. Для этого лаборатория долдна быть оснащена средствами для пожаротушения [43]:

- огнетушитель углекислотный газовый типа ОУ – 2 для тушения всех видов горючих веществ и электроустановок, кроме веществ, горящих без доступа воздуха;
- порошковый огнетушитель ОПС – 5 Диапозон, предназначенный для тушения небольших очагов возгорания щелочных металлов;
- асбестовое одеяло, которое используется при тушении обесточенных электропроводов, горячей одежды;
- ящик с песком для тушения обесточенных горящих на горизонтальной поверхности проводов.

6.2.1.7 Наличие взрывоопасных и токсичных веществ

Вредные вещества могут попадать в организм через дыхательные пути, через кожу, а также через ротовую полость. При этом вредные вещества оказывают токсичное действие и являются вредными для живого организма.

Охарактеризовать вредность различных видов загрязнений воздуха позволяют значения предельно допустимой концентрации. ПДК – это такая концентрация, которая при восьмичасовом рабочем дне не вызывает изменений

в организме человека в течение всей жизни. Класс опасности вещества определяется по таблице ПДК по ГН 2.2.5.1313-03 [44]:

- 1 класс – чрезвычайно опасные;
- 2 класс – высокоопасные;
- 3 класс – опасные;
- 4 класс – умеренно опасные.

При работе в лаборатории используются вредные вещества, ПДК в воздухе рабочей зоне, класс опасности и влияние на организм человека этих веществ указаны в таблице 27 [44].

Таблица 27 – Вредные вещества и их характеристика

Наименование вещества	ПДК паров в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности	Воздействие на человека и окружающую среду
1	2	3	4
Углеводороды	300	2	Воздействие каждой группы углеводородов по своему опасно: начиная от наркотического воздействия на организм, заканчивая отравлением или смертью.
Спирт этиловый	1000	4	При остром отравлении этиловым спиртом отмечается рвота, замедление дыхания и сердечных сокращений, потеря сознания.

Поэтому при работе в химической лаборатории необходимо соблюдать требования к технике безопасности [45]:

1. Перед тем как приступить к работе, сотрудники должны осмотреть и привести в порядок рабочее место.
2. Приступая к работе, проверяется исправность оборудования.
3. Проводить работу с ядовитыми и едкими веществами, а также с органическими растворителями только в вытяжном шкафу.
4. Работа проводится в вытяжных шкафах в защитных очках, перчатках и фартуке, если существует вероятность поломки стеклянного прибора с

разбрызгиванием горячих или едких продуктов при его нагреве или повышенном давлении.

5. Работа в вытяжном шкафу проводится так, чтобы в шкафу находились только руки, наблюдение за процессом осуществляется через шкаф, для этого створки шкафа поднимают на высоту не более 30 см.

6. Приготовление химических растворов с выделением тепла проводится в фарфоровой или термостойкой емкости.

7. Во избежание ожогов, поражений от брызг и выбросов нельзя наклоняться над посудой, в которой кипит какая-либо жидкость.

При работе в лаборатории используются следующие средства индивидуальной защиты [45]:

- халат (при любых работах в лаборатории);
- перчатки из химически стойких материалов (при работе с веществами и реагентами);
- защитные очки (при необходимости);
- респиратор (при необходимости);
- маска (при необходимости).

6.3 Экологическая безопасность

Химическая лаборатория не является особо опасным объектом воздействия на окружающую среду.

Существует два основных подхода к проблеме защиты окружающей среды:

- путем максимально эффективной очистки;
- путем создания замкнутой безотходной технологической системы.

Для лаборатории наиболее оптимален выбор первого варианта.

6.3.1 Воздействие на атмосферу

Так как в условиях лаборатории выбросы в атмосферу характеризуются незначительным содержанием вредных газов и паров, то для очистки достаточно использование адсорбционного фильтра. Для этого в лаборатории на выходе вентиляционных труб установлены перегородки, поверх которых уложен слой адсорбента. В качестве адсорбента наиболее часто используют активированный уголь. Воздушный поток, пройдя через слой адсорбента, очищается от вредных газов и паров [46].

6.3.2 Воздействие на гидросферу

Все выбросы в канализацию также необходимо подвергать обезвреживанию и очистке. Для этих целей все отработанные кислотные и щелочные сливы собираются в отдельную для каждого вида тару, затем подвергаются нейтрализации и только после этого они могут быть слиты в канализацию с их предварительным 10-кратным разбавлением водопроводной водой. Отработанные органические сливы собираются в специальную герметически закрытую тару, которую по мере заполнения отправляют на обезвреживание и утилизацию [47].

6.3.3 Воздействие на литосферу

Твердые отходы собираются в специальные сборники и увозятся для уничтожения. Наиболее опасными отходами для литосферы в условиях лаборатории являются отработанные люминесцентные лампы, относящиеся к 1 классу опасности. Их утилизация производится согласно [47].

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС – это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного

природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Для того чтобы люди были подготовлены к таким обстоятельствам необходимо знать и проанализировать дальнейшие действия.

6.4.1 Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения

К чрезвычайным ситуациям (ЧС), которые может инициировать объект исследования, относят: производственные аварии; стихийные бедствия; социальные конфликты.

В ходе эксперимента возможно возникновение пожаров, взрывов, разрушение зданий в результате разрядов атмосферного электричества, ураганов, землетрясений. Здания защищаются от прямых ударов молнии молнеприемниками. Для обеспечения безопасности людей рекомендуется ограждать заземлители или во время грозы не допускать людей к заземлителям на расстояние ближе 5 – 6 метров. Заземлители располагаются вдали от дорог.

В случае стихийного бедствия (урагана, землетрясения) необходимо отключить воду, электричество и покинуть помещение согласно плану эвакуации.

В связи с нестабильной международной обстановкой, массовыми террористическими актами, нужно предусмотреть возможности начала военных действий и связанных с ними нападений на объекты с использованием средств массового поражения. По сигналу «воздушная тревога» производится отключение воды и электроэнергии в лаборатории, затем организованная эвакуация работающих в лаборатории согласно плану эвакуации.

6.4.2 Выбор наиболее типичной ЧС

Наиболее типичной и опасной является ЧС техногенного характера (производственные аварии). В любой лаборатории всегда существует вероятность возникновения аварийной ситуации. В данной работе это авария в виде пожара. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

6.4.3 Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении 129, 2 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

- неисправность нагревательных элементов;
- несоблюдение мер предосторожности;
- работа с ЛВЖ.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- использование только исправного оборудования;
- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность помещения;
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;

- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены эвакуационные знаки безопасности, подача звуковых и (или) световых сигналов во всех помещениях здания с постоянным или временным пребыванием людей, трансляция текстов о необходимости эвакуации, а также направленные на предотвращение паники и других явлений, усложняющие эвакуацию.

Аудитория 129, 2 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.). В таблице 28 приведены типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках.

Таблица 28 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а. В таблице 29 приведены категории помещений по пожарной опасности.

Таблица 29 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

6.4.4 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий

Мероприятия, проводимые во время чрезвычайных ситуаций, представляют собой проведение спасательных работ и неотложных аварийно-восстановительных работ в очаге поражения. Данные мероприятия проводятся на основании положения комплекса государственных стандартов по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации и определены в [48].

Мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций представлены ниже согласно ГОСТ Р 22.3.03-94:

- систематическая диагностика оборудования;
- обслуживание и ремонт вентиляторов, вытяжных шкафов, осветительных приборов;
- наличие современных сигнализаций и приборов контроля в помещении для исследования;
- систематический инструктаж персонала;
- планы поддержания рабочего состояния лаборатории после чрезвычайной ситуации или катастрофы;
- план реагирования в случае террористических действий.

Технические и организационные меры по предотвращению пожара или взрыва и противопожарной защите осуществляются в соответствии с [49] и [50].

В корпусе 2 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания сотрудник лаборатории должен выполнять следующие действия:

- вызвать пожарную часть, объяснив место очага возгорания;
- нажать ручной пожарный извещатель;
- в случае невозможности потушить возгорание собственными силами (большая площадь возгорания) покинуть лабораторию.

Выводы:

Проанализировав условия труда на рабочем месте, где выполнялось исследование влияния магнитного поля на процесс разделения стойких водонефтяных эмульсий, можно сделать вывод, что исследовательская лаборатория, удовлетворяет предъявляемым требованиям и нормам. При соблюдении техники безопасности и правил работы в химической лаборатории работа в лаборатории не повлияет на здоровье работника.

Действие вредных и опасных факторов в лаборатории сведено к минимуму. Микроклимат, освещение и уровень шума удовлетворяют требованиям, так же соблюдены все требования по электро- и пожароопасности.

При соблюдении описанных в работе правил утилизации отходов, деятельность в лаборатории не представляет опасности для экологии.

Заключение

В данной дипломной работе было исследовано влияние магнитного поля на процесс разделения стойких водонефтяных эмульсий. Проведены экспериментальные исследования эффективности действия магнитной обработки и комплексной магнитной обработки с добавлением наночастиц оксида железа на процесс разделения водонефтяных эмульсий. Применение комплексного воздействия приводит к эффективному и качественному разделению фаз «нефть – вода».

Был проведен ряд экспериментальных исследований и опытным путем доказано, что влияние постоянного магнитного поля действительно ускоряет процесс деэмульгирования нефти.

Результаты исследований показали, что эффективное разделение наблюдается уже при однократной обработке постоянным длинным магнитом водонефтяной эмульсии. При этом реализуется динамический режим движения, что соответствует реальному движению эмульсий в трубопроводе. Поэтому и является наиболее эффективным вариантом деэмульгирования нефти.

Полученные результаты могут быть использованы для анализа и обоснования выбора проведения процесса магнитной обработки водонефтяных эмульсий с различными физико-химическими свойствами при первичной подготовки нефти.

Хотелось бы упомянуть, что магнитная установка, состоящая из высокоэнергетических магнитов, включающих редкоземельные металлы, является экологически безопасной, что очень важно, ведь ведущие нефтяные компании не только России, но и мира, следуют принципам устойчивого развития. Также конструкция дешевле по сравнению с применяемыми методами разделения, не требует подвода электроэнергии, и практически не нуждается в обслуживании.

Список публикаций студента

№	Наименование работы, ее вид	Характер работы	Выходные данные	Объем, стр.	Соавторы
Доклады и тезисы докладов, опубликованные в материалах российской Международной (Всероссийской) конференции: 3					
1	Синтез полимеров методом ROMP с использованием многофункциональных мономеров и их исследование	Печатная	Материалы XX Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва «Химия и химическая технология в XXI веке», Томск, 2019, с. 529 – 530.	2	Анисимова А.А. Гонтарева А.Д.
2	Влияние ультразвуковой обработки нефти на её физико-химические свойства	Печатная	Материалы XXI Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва «Химия и химическая технология в XXI веке», Томск, 2020, с. 417 – 418.	2	-
3	Влияние магнитной обработки на водонефтяные эмульсии	Печатная	Материалы XXII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва «Химия и химическая технология в XXI веке», Томск, 2021, Т. 2, с. 102 – 103.	2	-

Список использованных источников

- 1 Сергеев А.А. Применение магнитного поля в процессах разрушения водонефтяной эмульсии // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых – Пермь, 2016. – №1. с. 319 – 323.
- 2 Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды. – М.: Недра, 1967. – 280 с.
- 3 Жумаев, К. К. Причины образования водонефтяных эмульсий / К. К. Жумаев, Хусен Хабибов. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 2 (106). – С. 153-155. – URL: <https://moluch.ru/archive/106/25414/> (дата обращения: 23.05.2021).
- 4 Каспарьянц К.С. Промысловая подготовка нефти. – М.: Недра, 1966. – 364 с.
- 5 Ивашкина Е. Н. Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов: учебное пособие / Е. Н. Ивашкина, А. И. Левашова, Е. М. Юрьев. – 2-е изд., доп. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 233 с.
- 6 Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1988. – 464 с.
- 7 Ребиндер П. А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. Избранные труды / П. А. Ребиндер. – М.: Наука, 1978. – 177 с.
- 8 Позднышев Г. Н. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий / Г. Н. Позднышев. – М.: Недра, 1982. – 224 с.
- 9 Абрамзон. А. А. Поверхностно-активные вещества / А. А. Абрамзон. – Л.: Химия, 1981. – 304 с.
- 10 Тронов В. П. Разрушение эмульсии при добыче нефти / В. П. Тронов. – М.: Недра, 1974. – 271 с.
- 11 Хрисониди В.А., Струева В.А. Современные методы разрушения водонефтяных эмульсий // The Scientific Heritage. 2020. – №50. с. 38 – 41.

- 12 Гимазова Г.К., Вахитова А.К., Ермеев А.М., Елпидинский А.А., Изучение влияния магнитного поля на процесс обезвоживания нефтяных эмульсий / Казанский вестник технологического университета – Казань, 2015. – №8. с.107 – 110.
- 13 Технологии и устройства магнитной обработки нефти, воды и водных растворов: препринт / Б.И. Ковальский, Ю.Н. Безбородов, Н.Н. Малышева, С.Б. Ковальский. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 78 с.
- 14 Аппараты для магнитной обработки жидкостей / Н.В. Инюшин, Е. И. Ишемгузин, Л.Е. Каштанова, А.Б. Лаптев, В.И. Максимочкин, Ф.Р. Хайдаров, В.В. Шайдаков. – Уфа: Государственное издательство научнотехнической литературы «Реактив», 2001. – с.147.
- 15 Пат. 2564256 Российская Федерация. Способ обезвоживания нефтяных эмульсий и устройство для его осуществления / И. Ю. Быков, Н. Д. Цхадая, И. А. Оскорбин; заявитель и патентообладатель И. Ю. Быков. - №216.013.7F93; заявл. 02.07.2014; опубл. 27.09.2015, Бюл. № 27. – 3 с.ил.
- 16 Ермеев А.М., Елпидинский А.А. О применении магнитного поля в процессах разрушения водонефтяных эмульсий / Казанский вестник технологического университета – Казань, 2013. – №2. с.170 – 173.
- 17 Персиянцев, М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях / М. Н. Персиянцев. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 653 с.
- 18 Железо прямого восстановления [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.urm-company.ru/production/dri/>– Дата обращения: 15.02.2021.
- 19 Эмульсии/ Под ред. Шермана Ф. Пер. с англ. под ред. Абрамзона А.А. Л.: Издательство «Химия», 1972. – 448 с.
- 20 ГОСТ ISO 6658-2016. «Органолептический анализ» [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139405> – Дата обращения: 29.04.2021.
- 21 Лутфуллина Г.Г., Зиннатуллина З.А. О возможности регулирования пенообразующей способности композиций ПАВ / Казанский вестник технологического университета – Казань, 2015. – №15. с.185 – 186.

- 22 Крупнейшие добывающие компании нефти (списки) в мире и в России [Электронный ресурс]. – URL: <https://barrel.black/kompanii-dobyvayushhie-neft.html> – Дата обращения: 05.04.2021.
- 23 Емкость и объем рынка: формулы и методы расчета [Электронный ресурс]. – URL: <http://powerbranding.ru/rynok/metod-rascheta-emkosti/> – Дата обращения: 05.04.2021.
- 24 Экономика России, цифры и факты. Часть 6 Нефтегазовая промышленность [Электронный ресурс]. – URL: <https://utmagazine.ru/posts/10448-ekonomika-rossii-cifry-i-fakty-chast-6-neftegazovaya-promyshlennost?answer> – Дата обращения: 08.04.2021.
- 25 Минерально-сырьевые ресурсы Томской области. – Техническая библиотека Neftegaz.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/141467-mineralno-syrevye-resursy-tomskoy-oblasti/> – Дата обращения: 10.04.2021.
- 26 Нефть и газ в Сибири: добыча нефти в Западной Сибири [Электронный ресурс]. – URL: <https://neftok.ru/strany/neft-zapadnoj-sibiri.html> – Дата обращения: 10.04.2021.
- 27 Труба сварная 152х4,5 ст. 20 [Электронный ресурс]. – URL: <https://pntz-sale.ru/steel-pipes/welded-small/es-152x4-5-st-20.html> – Дата обращения: 10.04.2021.
- 28 ВУС-изоляция 159 мм [Электронный ресурс]. – URL: https://tomsk.pulscen.ru/products/vus_izolyatsiya_159_mm_180764427 – Дата обращения: 10.04.2021.
- 29 Разделение нефти. Установки разделения нефтяной эмульсии [Электронный ресурс]. – URL: https://oil-filters.ru/oil_separators/ – Дата обращения: 10.04.2021.
- 30 ООО ПО «Химсталькомплект» [Электронный ресурс]. – URL: <http://metalopty.ru/> – Дата обращения: 15.04.2021.
- 31 АО ИНКОМП-НЕФТЬ [Электронный ресурс]. – URL: <http://inkomneft.ru/> – Дата обращения: 15.04.2021.

- 32 Стратегии продвижения товара [Электронный ресурс]. – URL: https://spravochnick.ru/marketing/prodvizhenie_produkcii_marketingovye_kommunikacii/strategii_prodvizheniya_tovara/ – Дата обращения: 10.04.2021.
- 33 Выставки науки и инновации [Электронный ресурс]. – URL: <https://expomap.ru/expo/theme/nauka-i-innovatsii/page/2/> – Дата обращения: 15.04.2021.
- 34 «Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ – Дата обращения: 01.05.2021.
- 35 ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения) [Электронный ресурс]. – URL: <https://beta.docs.cntd.ru/document/1200044235> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 36 Захаров Л.Н. Техника безопасности в химических лабораториях / Л.Н. Захаров. – Ленинград: Химия, 1991. – 336 с.
- 37 ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 38 СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [Электронный ресурс]. – URL: <http://vsegost.com> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 39 ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 40 СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> – Дата обращения: 01.05.2021.

- 41 ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 42 ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200272> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 43 ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 44 ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901862250> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 45 ПБ 09-596-20 «Правила безопасности химически опасных производственных объектов». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573171533> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 46 ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001355> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 47 ГОСТ Р 52105-2003 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032452> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 48 ГОСТ Р 22.3.03-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001521> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 49 «Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности инструменту» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148963/ – Дата обращения: 01.05.2021.

50 ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200270> – Дата обращения: 01.05.2021.